

Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
(КНИУИ)

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
ПО РАСЧЁТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

Караганда 1985

Министерство угольной промышленности СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ УГОЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
(КНИУИ)

УТВЕРЖДЕНЫ

Первым заместителем Министра
угольной промышленности СССР

тов. М.И.Назовым

26.10.84г.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО
РАСЧЕТУ, ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

Карганда - 1985

"Основные методические положения..." разработаны ИНИИ при участии ИГД им. А.А.Скочинского и КО ВостНИИ в соответствии с целевой комплексной отраслевой проблемой Ц ОИИЭ "Повышение технического уровня основного и вспомогательного подземного транспорта и транспорта на поверхности на базе широкого использования современной, создания и внедрения новой технологии и средств механизации и автоматизации работ" (научные руководители инж.Ремизов И.П., канд.техн.наук Котов М.А.) по главной теме 181090000 "Разработать основные положения по проектированию и эксплуатации, создать и внедрить оборудование для подземных бункеров с автоматизированным управлением, обеспечивающих повышение надежности, пропускной способности и эффективности внутришахтного транспорта" (научный руководитель канд.техн.наук Р.В.Мерцалов).

Положения составлены на основе отечественного и зарубежного опыта создания и применения подземных бункеров. Они отражают современные прогрессивные тенденции в проектировании (конструировании) горных и механизированных бункеров и содержат рекомендации по выбору рациональных их типов, конструктивных, силовых и режимных параметров, а также требования по безопасной эксплуатации.

Основные положения предназначены для проектировщиков, конструкторов и работников шахт, занимающихся вопросами создания и применения подземных бункеров.

В разработке Положений принимали участие: Веприяев С.Д., Гудалов В.П., Кондрешин Д.А., Корнев Д.Я., Котов М.А., Ланг Н.Н., Мерцалов Р.В., Мосия С.И., Ремизов И.П., Ребров Н.И., Семсонов Р.М., Сян М.П., Солод Г.И., Слепов Г.И., Трухин П.М., Туртанов Ю.А., Худин Ю.Л., Ямакин В.А., Яценко Я.С., Белавин П.А., Грамс В.А., Дедов В.Н., Клыкова О.А.

© Всесоюзный научно-исследовательский
и проектно-конструкторский угольный
институт (ИНИИ), 1985

ВВЕДЕНИЕ

Развитие угольной промышленности по пути интенсификации и наращивания объемов добычи угля на базе комплексной механизации и автоматизации производственных процессов ставит важные задачи по повышению надежности и эффективности работы внутришахтного транспорта, что в современных условиях необходимо рассматривать как неотъемлемый фактор успешной работы любой шахты [15, 3].

В условиях большой динамики горного производства: непостоянства сети горных выработок, неравномерности забойных грузопотоков, периодических отказов машин и оборудования — положительный результат дает применение в технологических схемах подземного транспорта аккумулярующих бункеров, которые обеспечивают сглаживание неравномерности грузопотоков, компенсацию влияния вынужденных простоев на работу очистных и подготовительных забоев, удобство взаимодействия различных транспортных звеньев. Опыт показывает, что фактически во всех случаях применение бункеров на шахтах оправдывает себя и экономически.

В отечественной угольной промышленности вертикальные и крутонаклонные горные бункеры, сооружаемые в массиве породы или полезного ископаемого, применяются много лет. Накоплен немалый опыт их проектирования и эксплуатации, создано специальное оборудование для загрузки, разгрузки, борьбы с перенамачиванием материала, обрушения свода, средоточия автоматизации.

На угольных шахтах в СССР и за рубежом наряду с горными находят применение механизированные бункеры, грузомещающая емкость которых выполняется из отдельных металлических секций, имеющих желобобразную форму. Такие бункеры устанавливаются, как правило, в горизонтальных или пологонаклонных выработках и

оборудуются специальными механизмами для загрузки, распределения груза в емкости и выгрузки. Применение механизированных бункеров на угольных шахтах дает положительные результаты.

Роль как горных, так и механизированных бункеров для угольной промышленности постоянно возрастает в связи с повышением нагрузки на очистные забои, а также расширением применения комбинированного транспорта. В «Основных направлениях технического развития угольной промышленности СССР на 1981—1985 гг. до 1990 гг. для повышения пропускной способности и надежности транспорта предусматривается расширить применение бункеров на ствехах транспортных звеньев, освоить и внедрить механизированные бункеры вместимостью 100 и 200 м³, предусматривать в проектах новых и реконструируемых шахт и горизонтов остротельства горных аккумулярующих бункеров.

Вместе с тем, до последнего времени отсутствовали единые методические рекомендации и рекомендации по проектированию подземных бункеров, что отрицательно сказывалось на качестве проектных решений.

Настоящие методические указания разработаны с учетом отечественного и зарубежного опыта создания и применения подземных бункеров. Они включают в себя шесть разделов.

В разделе I освещаются роль и технологические функции подземных бункеров, общие требования к их проектированию, дается описание и характеристика основных типов горных и механизированных бункеров, схемы и рациональные области их применения.

Раздел 2 посвящен определению технологических параметров шахтных бункеров — производительности загрузки и выгрузки, требуемой вместимости с учетом комплекса горно-технических факторов: величины и характера неравномерности забойных грузопотоков, типа

применяемых средств транспорта, параметров надежности оборудования и т.д. Рассматривается применение бункеров в участках, магистральных выработках и в окрествольных дворах перед скиповыми подъемами.

В разделах 3 и 4 даны методы расчета и выбора геометрических, конструктивных, силовых и режимных параметров горных и механизированных бункеров. Методические положения для горных бункеров рассчитаны, главным образом, на проектировщиков; для механизированных бункеров — на конструкторов и проектировщиков, что обусловлено спецификой работ и состоянием развития техники.

Раздел 5 посвящен обоснованию выбора средств автоматизируемого контроля и управления подземными бункерами с учетом современных направлений оптимального регулирования производительности выгрузки бункеров и применения электронно-вычислительной техники (микропроцессоров).

В разделе 6 изложены вопросы эффективной и безопасной эксплуатации подземных бункеров.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение подземных бункеров

1.1.1. Подземные бункеры подразделяют по функциональным признакам на технологические и аварийные.

К технологическим относят приемные, погрузочные, сглаживающие (усредняющие), смешивающие, разделяющие, дозирующие, обволакивающие бункеры, особенностью которых является выполнение определенных функций при нормальном (неаварийном) режиме работы шахты.

К аварийным (аккумулирующим) относят бункеры, предназначенные для аккумуляции полезного ископаемого или породы из очистных и подготовительных забоев в периоды, когда транспортная система шахты или её отдельные звенья простаивают из-за технических неполадок или организационных неудобств.

Технологические и аварийные бункеры играют важную роль в организации процессов добычи и транспортировки полезных ископаемых, особенно в тех условиях, где достигается высокий уровень концентрации и интенсификации производства.

1.1.2. Приемные бункеры оборудуют в узловых точках транспортной системы: в окрествольном дворе, приемно-отправительных площадках основных и промежуточных горизонтов. Их основное назначение заключается в обеспечении необходимых условий для непрерывной разгрузки составов шахтных вагонов, поступающих в окрествольный двор или на приемно-отправительные площадки основных и промежуточных горизонтов. Последующее транспортирование груза производится обычно конвейерами или скиповыми подъемными установками. С применением приемных бункеров достигается высокая производительность разгрузки грузовых составов шахтных вагонов. На тех шахтах, где груз к скиповым подъемам подается ленточными конвейерами, приемные бункеры обеспечивают непрерывную работу конвейерных установок при циклическом характере работы скиповых подъемов.

1.1.3. Основное назначение погрузочных бункеров состоит в создании условий для высокопроизводительной работы подземных погрузочных пунктов. Благодаря этому представляется возможность значительно сократить простои составов вагонов под погрузкой и тем самым повысить производительность

откатки. С применением погрузочных бункеров достигается также высокий уровень автоматизации и значительно более надежная работа погрузочных пунктов. Такие бункеры рекомендуется сооружать на основных откаточных горизонтах, где имеет место высокая степень концентрации грузопотоков, а также на участковых погрузочных пунктах. Роль погрузочных бункеров возрастает в условиях поточной технологии локомотивной откатки, когда задержки составов на погрузочных пунктах особенно неблагоприятно влияют на напряженный ритм работы откатки и резко снижают её производительность.

Использование погрузочных бункеров в околоствольных дворах создает необходимые условия для ритмичной и высокопроизводительной работы скиповых подъемов при неравномерном характере поступления груза со стороны очистных и подготовительных забоев.

1.1.4. Сглаживающие (усредняющие) бункеры предназначаются для уменьшения неравномерности забойных грузопотоков. С их применением достигается более полная загрузка и рациональная эксплуатация подземных транспортных установок. Роль сглаживающих бункеров существенно возрастает при расширении объемов применения на угольных шахтах конвейерного транспорта. Наибольший эффект достигается в том случае, когда сглаживающие бункеры устанавливаются в непосредственной близости от очистных и подготовительных забоев. Непрерывное подвигание очистного фронта и подготовительных забоев обуславливает целесообразность применения участковых бункеров передвижной или легко-разборной конструкции.

1.1.5. Смешивающие бункеры предназначены для уменьшения разброса качественных характеристик ископаемого, добываемого из разных пластов. Это может быть обеспечено двумя способами: смешиванием различных марок угля в одном бункере или

смешиванием различных марок угля на конвейере при дозированной их выгрузке из нескольких бункеров. Второй способ является более гибким, так как позволяет регулировать качественные характеристики общей массы за счет изменения смешиваемых объемов в любых пропорциях.

1.1.6. Разделяющие бункеры используются для предотвращения смешивания различных марок угля или угля с породой в процессе транспортирования. Такая необходимость возникает, например, на шахтах, где выдача угля из очистных забоев и породы (горной массы) из подготовительных забоев производится конвейерами. Разделяющие бункеры позволяют предварительно накапливать породу, а затем транспортировать её отдельно от угля в специально выделенные для этого промежутки времени рабочих или ремонтно-подготовительных смен. Следует отметить, что в связи с широким распространением конвейерного транспорта, в последние годы на угольных шахтах наблюдается заметный рост засорения угля породой из подготовительных забоев. Кроме того, в ряде случаев аналогичное явление имеет место и на очистных работах, когда производится присечка пород почвы или кровли выемочной машиной. Это бывает связано с отсутствием на шахтах требуемой техники на фактическую рабочую мощность угольных пластов либо необходимостью ликвидации ложной кровли и слабой почвы для нормальной работы очистного комплекса. Стремление в данном случае сохранить высокое качество угля обуславливает необходимость селективной выемки угля и породы.

1.1.7. Дозирующие бункеры предназначены для объемного дозирования при загрузке транспортных сосудов — скипов, вагонеток. Наиболее широкое применение они находят у скиповых подъемов, что значительно ускоряет процесс загрузки скипов и повышает производительность подземных установок. Кроме того, с при-

менаживом дозирующих бункеров предотвращается образование просыпи материала в местах погрузки, достигается высокая степень автоматизации и надежная работа загрузочных устройств. Дозирование применяется также при загрузке сборных конвейерных линий, когда требуется ограничивать интенсивность отдельных грузопотоков, поступающих на конвейеры в нескольких точках, рассредоточенных по длине транспортной линии.

1.1.8. Об а в з о ж и в а ю щ и е б у н к е р ы используются для того, чтобы освободиться от излишней влаги при сильной обводненности транспортируемого груза. Это создает более благоприятные условия для работы транспортных установок.

1.1.9. А в а р и й н ы е (а к к у м у л и р у ю щ и е) б у н к е р ы предназначены для компенсации влияния транспортных простоев на работу очистных и подготовительных забоев, повышая надежность технологических схем транспорта без каких-либо других организационно-технических мероприятий.

1.1.10. В большинстве случаев подземные бункеры выполняют не одну, а две и более функций. Например, часто совмещают функции сглаживающих (усредняющих) и аварийных (аккумулирующих), приемных и дозирующих бункеров. Совмещение функций необходимо учитывать при определении технологических параметров бункеров.

1.1.11. Технологические возможности бункеров на угольных шахтах не ограничиваются рассмотренными функциями. С применением бункеров, оснащенных питателями с автоматически регулируемой производительностью, представляется широкая возможность для гибкого оперативного управления резервами пропускной способности транспортных систем. Это способствует значительному повышению надежности и эффективности использования всего технологического оборудования шахты. При проектировании шахт нового технического

уровня реализация этих возможностей должна быть обязательным требованием.

1.2. Общие требования к проектированию подземных бункеров

1.2.1. Бункеры должны обеспечивать выполнение поставленных технологических задач в течение всего предполагаемого их срока службы с учетом возможного изменения величины и характера грузопотоков, режимов работы, параметров надежности и пропускной способности транспортных звеньев.

1.2.2. Технологические параметры и режимы работы бункеров должны быть увязаны с параметрами и режимами работы сопряженных транспортных средств таким образом, чтобы обеспечивалось эффективное взаимодействие звеньев.

1.2.3. Выбор технологических параметров, конструкций и места установки бункеров должен обеспечивать достижение максимально возможного в данных условиях экономического эффекта. В связи с этим рекомендуется производить оптимизацию параметров бункеров на основе экономического критерия. В качестве критерия оптимизации можно принимать показатель удельных приведенных затрат в целом по транспортной системе с учетом наличия бункеров. Если применение бункера вызывает изменение затрат (потерь) в технологических звеньях шахты, непосредственно связанных с транспортной системой, например, в очистных и подготовительных забоях, это необходимо учитывать при экономических расчетах.

1.2.4. При выборе типа и рациональной конструкции бункера необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации, в том числе такие факторы, как: наличие или возможность обеспечения необходимого перепада высот между предполагаемыми точками загрузки и выгрузки материала, срок службы бункера, интенсивность проявления

горного давления, физико-механические свойства вмещающих пород и транспортируемого груза, газовыделение, условия проветривания горных выработок, агрессивность шахтных вод, взрывоопасность и зависимость рудничной атмосферы; применяемые способы и средства для перевозки угля, породы, оборудования, людей и вспомогательных материалов; размещение оборудования в горных выработках. Во всех случаях необходимо стремиться к уменьшению дополнительного объема горных работ.

1.2.5. Конструкция бункеров должна обеспечивать требуемую производительность процессов загрузки и выгрузки, высокую надежность всех механизмов, минимальное измельчение угля при бункеровании, высокую степень автоматизации процессов.

1.2.6. Загрузочные устройства должны позволять эффективно использовать вместимость бункеров.

1.2.7. В тех случаях, когда аккумуляруемый материал не подготавливается к бункерованию; не удаляются посторонние предметы и предельно не раздроблены крупные куски материала более 200 мм, рекомендуется предусматривать на конвейерных линиях перед бункером или непосредственно в камере загрузки бункера оборудование для выборки крупных посторонних предметов и дробления негабаритных кусков материала (колосниковые грохоты, дробилки, бутбыки).

1.2.8. Конструкция загрузочных устройств и механизмов должна исключать зависание и застревание груза в выпускных отверстиях (окнах, люках) и обеспечивать равномерную, а при необходимости регулируемую по производительности выгрузку материала, а также нормальную работу механизмов в процессе разгрузки бункеров после хранения груза в течение суток. В том случае, когда груз в бункере находится более длительное время и слеживается, необходимо предусматривать специальные меры по обеспечению разгруз-

ки бункеров: механические активаторы, пневмообрушение, гидроразрывы и т.д.

1.2.9. В конструкциях горных бункеров рекомендуется предусматривать средства для гашения скорости движения сыпучего материала в процессе загрузки (спиральные или насаженные слупки, штерны из отрезков цепей или рельсов и т.д.).

1.2.10. Конструкция бункеров должна обеспечивать высокую энергоэффективность процессов загрузки и выгрузки материалов.

1.2.11. Стенки и днище бункеров, взаимодействующие с транспортируемым грузом, должны быть выполнены или иметь покрытие из износостойких материалов, выбор которых необходимо производить в соответствии с требованиями нормативных документов и государственных стандартов, предъявляемыми к материалам с учетом их работы в подземных условиях.

1.2.12. Средства автоматизации должны обеспечивать контроль за степенью заполнения бункеров, включение и выключение механизмов загрузки и выгрузки, а при необходимости регулирование производительности загрузки и выгрузки.

1.2.13. Бункеры, а также их загрузочные и разгрузочные камеры должны быть оборудованы средствами пылеподавления. Если проветривание бункеров не обеспечивается за счет общешахтной депрессии, то необходимо предусматривать дополнительные средства проветривания.

1.2.14. В схемах управления должно предусматриваться автоматическое включение и выключение средств пылеподавления при пусках и остановках механизмов загрузки и выгрузки бункеров, а также средств проветривания при достижении концентраций метана выше установленных норм.

1.2.15. Схемы автоматизации бункеров должны быть указаны со

схемами управления надбункерных и подбункерных транспортных средств.

1.2.16. При проектировании бункеров необходимо предусматривать условия для визуального контроля за работой бункеров, их обслуживания и текущего ремонта, в том числе иметь необходимые зазоры для прохода людей, смотровые окна, подъемники, средства для монтажа и демонтажа оборудования.

1.2.17. Строительство горных и монтаж механизированных бункеров должен производиться по проекту, согласованному и утвержденному в установленном порядке. Все закладываемые в проект технические решения должны соответствовать требованиям ПБ и ПТЭ для угольных и сланцевых шахт.

1.3. Основные типы подземных бункеров

1.3.1. Подземные бункеры подразделяются на два основных вида: горные и механизированные (механические).

1.3.2. Горными называются бункеры, у которых грузомещающей емкостью является непосредственно горная выработка.

1.3.3. Механизированными называются бункеры, имеющие разборную емкость заводского изготовления, устанавливаемую в горных выработках с требуемыми ПБ зазорами, и оснащенные механизмами для распределения груза в емкости и выгрузки.

1.3.4. В некоторых конструкциях подземных бункеров могут сочетаться признаки как горных, так и механизированных бункеров.

1.3.5. Горные бункеры оборудуются в вертикальных, крутонаклонных и горизонтальных выработках.

Механизированные бункеры устанавливаются, как правило, в горизонтальных и пологосклонных выработках. При необходимости механизированные бункеры можно перемонтировать (передвигать) с одного места работы на другое.

1.3.6. Горные бункеры отличаются большим разнообразием конструкций, что обусловлено различием функционального назначения, состоянии горного массива, в котором они сооружаются, способами борьбы с переизмельчением, сроками службы, физико-механическими свойствами аккумулируемого материала, местом расположения в системе подземного транспорта.

1.3.7. Основными составными частями горных бункеров являются собственно бункер (грузомещающая часть), загрузочная и разгрузочная камеры.

В загрузочной камере размещается оборудование для загрузки бункеров: конвейеры, разгрузочные кривые, опрокидыватели загонных, разгонные желоба спиральных спусков, монтажные грузоподъемные приспособления, вентиляционные и аспирационные устройства, оборудование для выделения и дробления негабаритных кусков горной массы и т.д.

В разгрузочной камере размещаются затворы, питатели, рельсовый путь или приемные конвейеры.

1.3.8. Грузомещающие части бункеров могут иметь форму цилиндра, призмы, конуса, пирамиды и т.д., а их поперечные сечения — прямоугольную, круглую и овальную форму.

1.3.9. Вместимость известных конструкций горных бункеров достигает 2500 м³.

1.3.10. В е р т и к а л ь н ы е г о р н ы е б у н к е р ы имеет одно или несколько выпускных отверстий. Общей характеристикой чертой вертикальных бункеров является гравитационное заполнение емкости материалом. В зависимости от условий эксплуатации они могут быть оборудованы средствами для обрушения сводов, борьбы с

переземельчением, отделения и дробления негабаритов, выборки породы и посторонних предметов.

1.3.11. Бункеры с одним выпускным отверстием подразделяют на бункеры с центральным и смещенным расположением выпускного отверстия в днище, с выпускным отверстием в боковой стенке и с щелевым выпускным отверстием.

Соответственно с расположением выпускного отверстия днища бункеров прямоугольного сечения могут быть двух-трех- и четырех-скатные (рис.1.1, а,б,в).

В бункерах круглого сечения при круглой форме выпускного отверстия донная часть емкости имеет форму конуса (рис.1.1,г) или эллиптического конуса (рис.1.1,д). При прямоугольной форме выпускного отверстия днище образуется призматическими (рис.1.1,е) или коническими плоскостями (рис.1.1,ж).

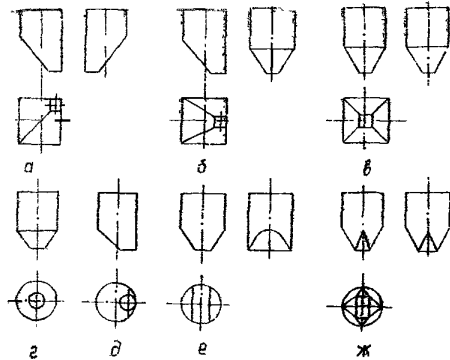


Рис. 1.1. Вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием

1.3.12. Вертикальные бункеры с щелевым выпускным отверстием делятся на бункеры с горизонтальным полком (рис.1.2,а) и без горизонтального полка (рис.1.2,б). Разгрузка материала из бункера при отсутствии горизонтального полка производится гравита-

ционным способом, а при наличии полка - специальными выгрузателями (лопастными, скребковыми, плужковыми и т.д.).

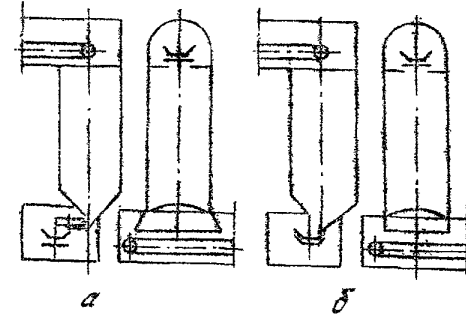


Рис. 1.2. Вертикальные бункеры с щелевым выпускным отверстием

1.3.13. Вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием в боковой стенке имеют трехскатное (рис.1.3,а) или овальное (рис.1.3,б) днище.

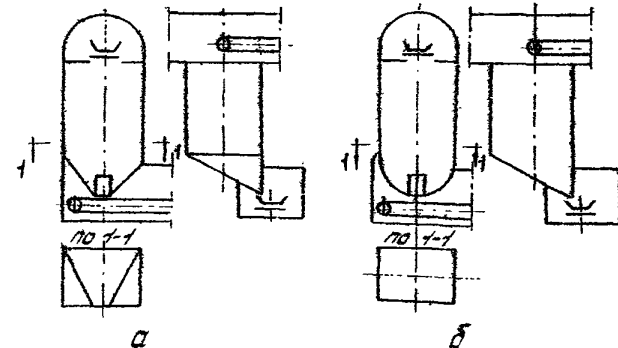


Рис.1.3. Вертикальные бункеры с выпускными отверстиями в боковой стенке

1.3.14. В качестве средств для предотвращения переизмельчения угля в вертикальных бункерах применяются углеспускные трубы, спиральные или каскадные спуски.

Углеспускные трубы имеют цилиндрическую или коническую форму. Спиральные спуски по расположению в бункере подразделяются на центральные, периферийные и встроенные в стены бункера.

В бункерах с центральными расходящимися спиральными спусками (рис.1.4, а) материал движется по поверхности скольжения со скоростью от 5 до 7 м/с. Диаметр спиральных спусков — в пределах 1,5- 2 м. Спиральные спуски изготавливают из стали или сборного железобетона. Спиральные спуски из сборного железобетона более надежны в эксплуатации, так как подвержены меньшим вибрационным нагрузкам и позволяют использовать для футеровки плитки из каменного литья.

1.3.15. Бункеры с периферийными спиральными спусками (рис.1.4, б) характеризуются более высокой скоростью движения материала по поверхности спуска, достигающей 10-11 м/с. Периферийные спиральные спуски монтируются на консольных балках, вделанных в стенки бункеров. В процессе загрузки они подвергаются значительным ударам со стороны падающих кусков материала.

1.3.16. У бункеров со встроенными спиральными спусками (рис.1.4, в) скорость движения материала по поверхности спуска достигает 12-14 м/с. Спиральные спуски встроенного типа изготавливаются, как правило, из сборного железобетона и футеруются плитками из каменного литья. Бункеры со спиральными спусками такого типа более надежны и долговечны в эксплуатации, так как спиральные спуски менее подвержены ударным нагрузкам со стороны падающих кусков материала.

1.3.17. Спиральные спуски всех типов сооружаются с углом

подъема от 35 до 50° и углом наклона образующей желоба от 20 до 35° и более.

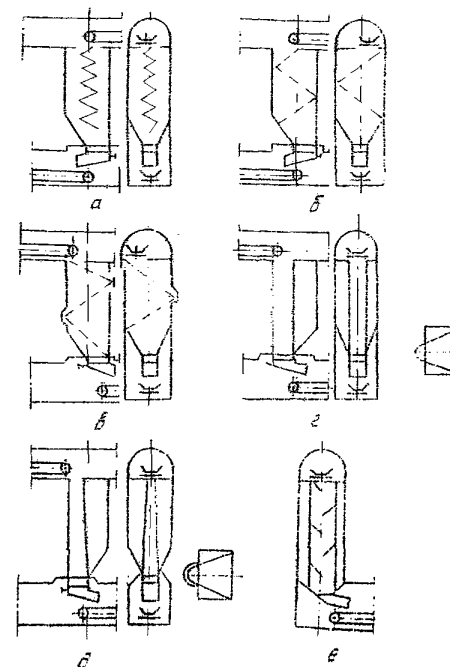


Рис.1.4. Вертикальные бункеры, оборудованные средствами борьбы с переизмельчением

1.3.18. В бункерах с цилиндрическими и коническими углеспускными трубами (рис.1.4, г, д) материал подается, как правило, по спиральным спускам. Благодаря гидравлическому истечению, материал менее подвержен переизмельчению.

1.3.19. В бункерах с каскадными (ступенчатыми) спусками (рис.1.4, е) сыпучий материал поступает в емкость по наклонным

полкам, расположенным ступенчато навстречу друг другу. Расстояние между наклонными полками выбирается в пределах 0,7 - 1,0 м. Ступенчатые спуски располагаются в центральной части бункера, но могут быть расположены и у боковых стен. Они позволяют регулировать скорость движения материала путем изменения угла наклона полок.

1.3.20. В некоторых случаях над бункером ниже отметки почвы транспортной выработки сооружается специальная камера, в которой устанавливают для выделения и дробления крупных кусков материала колосниковый грохот и бутобей (рис.1.5, а) или колосниковый грохот и дробилку (рис.1.5, б).

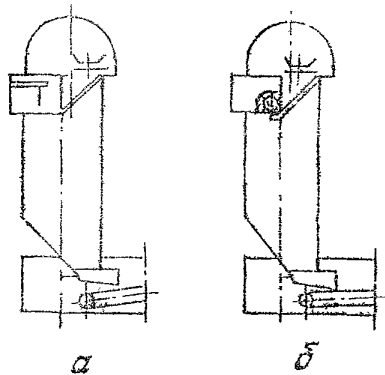


Рис.1.5. Вертикальные бункеры, оборудованные средствами дробления крупных кусков материала

1.3.21. Горные бункеры с наклонными стенками (рис.1.6) оборудуются для загрузки распределительными устройствами, например, ленточными конвейерами при доставке горной массы и бункеру конвейерным транспортом или разгрузочными кривыми при доставке груза в вагонетках с открывающимися днищами. Сооружаются бункеры, как правило, из монолитного бетона с применением в отдельных

случаях арматурной крепи. Стенки бункера имеют углы наклона 45 - 50°. Вместимость бункеров такого типа достигает 1000 м³.

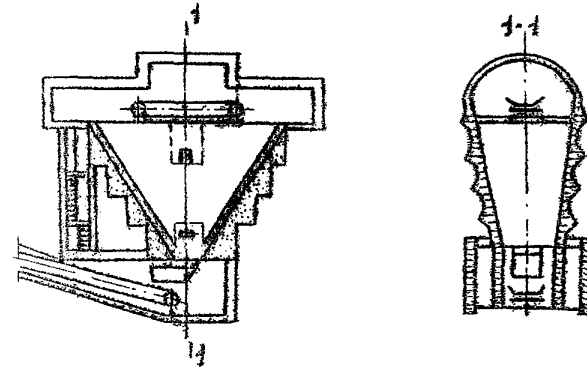


Рис. 1.6. Вертикальный конический бункер

1.3.22. В вертикальных бункерах всех типов, как правило, имеются лестничные отделения для сообщения между камерами загрузки и разгрузки и контроля за работой бункеров. В перекрытиях вертикальных бункеров имеются лапы, а в стенках - смотровые окна.

1.3.23. Бункеры с двумя и более выпускными отверстиями различаются по форме и месту расположения отверстий в разгрузочной части. Увеличение числа отверстий усложняет конструкцию днища бункеров, но улучшает условия выпуска.

1.3.24. Днища в прямоугольных вертикальных бункерах с двумя выпускными отверстиями, в зависимости от положения отверстий, образуются тремя, четырьмя, пятью и шестью скатами (рис.1.7), а при четырех отверстиях - соответственно восемь, десять, двенадцать, четырнадцать и шестнадцать скатами (рис.1.8).

В круглых бункерах днища образуются из комбинаций плоскостей и конических поверхностей.

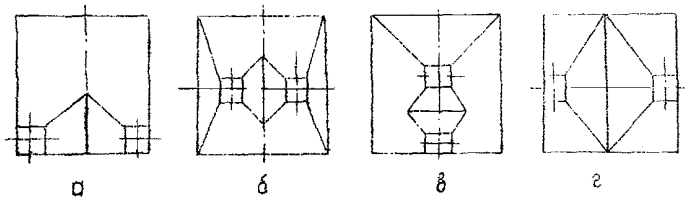


Рис. 1.7. Формы дна прямоугольных бункеров с двумя выпускными отверстиями (вид сверху): а-трехскатная; б-четырёхскатная; в-пяти-скатная; г-шестискатная

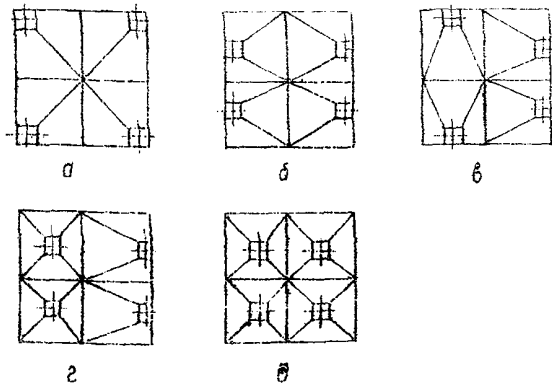


Рис. 1.8. Формы дна прямоугольных бункеров с четырьмя выпускными отверстиями (вид сверху): а-восьмискатная; б-десятискатная; в-двенадцатискатная; г-четырнадцатискатная; д-шестнадцатискатная

1.3.25. Вертикальные бункеры с двумя и более выпускными отверстиями оборудуются теми же средствами борьбы с переизмельчением угля и самообразованием, для выделения и дробления какаринов, что и вертикальные бункеры с одним выпускным отверстием.

1.3.26. Наклонные горные бункеры подразделяются на одно и многоступенчатые (рис.1.9).

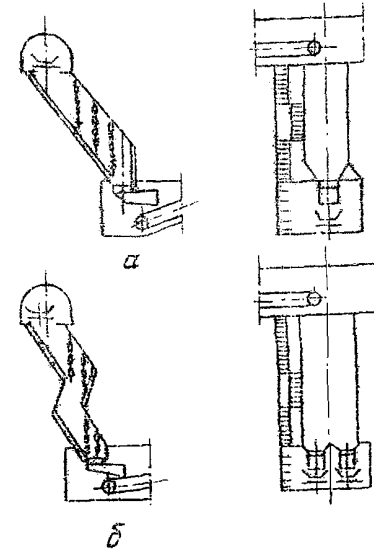


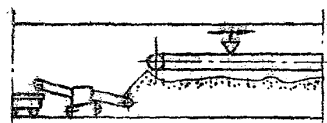
Рис.1.9. Наклонные бункеры: а-одноступенчатый; б-многоступенчатый (двухступенчатый)

По форме грузонемещающей части наклонные бункеры выполняются прямоугольными, полукруглыми с одной стороны и круглыми (овальными). Углы наклона стенок бункеров составляет $55-60^\circ$. Площадь поперечного сечения от 4 до 14 м^2 , вместимость - до 800 м^3 . Стены бункеров сооружаются из монолитного бетона, железобетона, металла и бетона или из металлокремня. Непочвенная стенка бункера футеруется листовым железом, швеллерами, двутавровыми балками или рудничными рельсами. Футеруются также стенки поворотных частей бункеров, воспринимающие ударные нагрузки со стороны движущегося материала. К верхней стенке наклонных бункеров подвешиваются отрезки целой или рудничных рельсов, посредством которых осуществляется регулирование скорости движения материала.

1.3.27. Выпускные отверстия наклонных горных бункеров, которых, как правило, одно или два, оборудуются затворами или питателями.

1.3.28. Горизонтальные горные бункеры подразделяются на ликовые и штабельные. Общей отличительной чертой подземных горизонтальных горных бункеров является распределение опущено материала по грузонемещающей емкости с помощью специальных транспортных средств.

1.3.29. Штабельные бункеры представлены в основном двумя разновидностями: с торцевой (рис. 1.10.а) и с продольной выгрузкой материала (рис. 1.10.б)



а

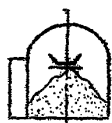
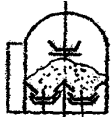


Рис. 1.10
Горизонтальные штабельные бункеры



б



1.3.30. Штабельный бункер с торцевой выгрузкой включает часть горизонтальной горной выработки, в которой непосредственно на почву отсыпается горная масса. Подача горной массы в накопительную часть выработки производится сверху специальными распределительными механизмами (конвейером с плужковым сбрасывателем, скрепером, скребковой цепью и т.д.). Выгрузка материала осуществляется с помощью специальных передвижных выгрузате-

лей торцевого действия или погрузочными машинами.

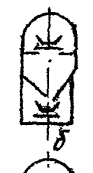
Бункер с продольной выгрузкой материала заполняется теми же способами и средствами, что и бункер с торцевой выгрузкой, но его разгрузка производится напочвенными скребковыми конвейерами или скреперами.

1.3.31. Ликовые горизонтальные бункеры имеют грузонемещающую емкость пирамидальной и комбинированной формы с промежуточными скатами и без них.

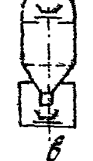
1.3.32. В горизонтальных бункерах без промежуточных скатов выпускные окна (лужи) устраивают в боковой (рис. 1.11,а) или наклонной (рис. 1.11,б) стенке, а в бункерах с промежуточными скатами в дольных частях конических ячеек (рис. 1.11,в).



а



б



в

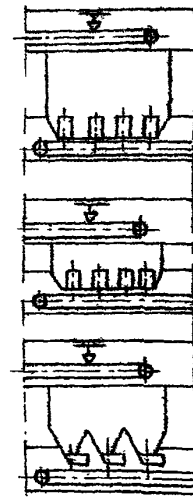


Рис. 1.11. Горизонтальные ликовые бункеры

1.3.33. Горизонтальные бункеры с щелевыми выпускными отверстиями делятся на бункеры с гравитационным (рис. 1.12,а,б) и механическим

(рис. 1.12, в, г, д) опорожнения. В качестве механических выгрузителей используются плужковые, скребковые, вишковые или лопастные сбрасыватели. Загрузка железных бункеров производится транспортными распределительными устройствами.

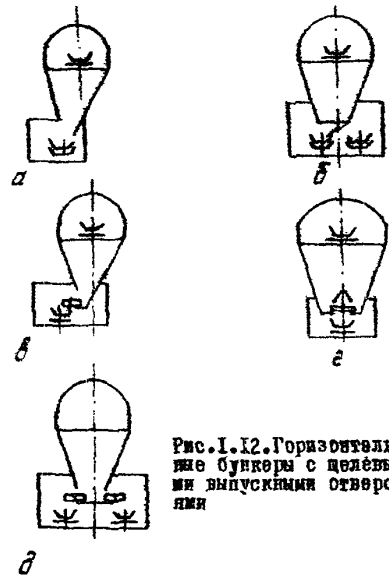


Рис. 1.12. Горизонтальные бункеры с цельными выпускными отверстиями

Емкость может быть стационарной или передвижной.

1.3.35. У конвейерных бункеров в качестве дна грузонемещающей емкости (желоба) служит ленточный, пластинчатый или скребковый конвейер с замкнутым либо незамкнутым рабочим полотном.

Загрузка емкости у большинства конструкций конвейерных бункеров осуществляется реверсированием рабочего полотна. Бункеры с замкнутым полотном иногда оснащаются неразверсивным приводом,

1.3.34. Механизированные бункеры по конструктивным признакам подразделяют на конвейерные (рис. 1.13, а), с движущимися бортами (рис. 1.13, б), лужковые (рис. 1.13, в), желваки (рис. 1.13, г) и с погрузочно-транспортным органом лобового действия (1.13, д). Общей их отличительной особенностью является наличие собираемой из отдельных секций желобообразной грузонемещающей емкости, длина которой значительно превышает

в связи с чем для их загрузки применяются дополнительные механизмы: ленточный конвейер с передвижным плужковым образивателем, ленточный реверсивный конвейер, скребковая цепь и т.д.

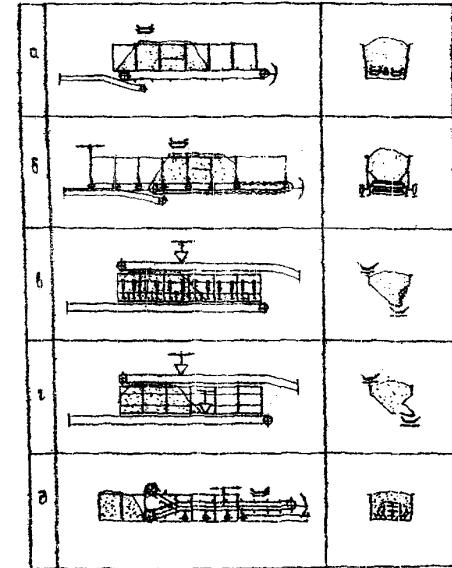


Рис. 1.13. Конструкции механизированных бункеров

Применение автоматизированного регулируемого привода в конвейерных бункерах позволяет эффективно использовать полезную их грузоемкость и управлять производительностью разгрузки в зависимости от пропускной способности транспортной системы.

В СССР и за рубежом известно довольно большое количество конструкций подземных конвейерных бункеров (табл. 1.1) /2/. Наиболее широкое распространение получили скребковые бункеры вместимостью от 15 до 320 м³. Типоразмерный ряд отечественных скребковых конвейерных бункеров, рекомендуемый для применения на угольных шахтах, представлен на рис. 1.14 и в табл. 1.2 и 1.3 /17/.

Таблица I.1.

Технические характеристики конвейерных бункеров

Тип бункера	Страна	Вместимость, м ³	Вместимость в длину секции, м ³	Производительность выгрузки, м ³ /мин	Скорость перемещения рабочего органа, м/с	Тип привода	Мощность привода, кВт	Размеры линейной секции, мм			Длина, м	Количество дольных конвейеров, шт.
								ширина	высота	длина		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
БС-35Н	СССР	35	1,0	2,55	0,05	Скреповые	32	1300	1600	1900	45	1
БС-60	"-"	60	1,32	5	0,05; 0,06	Электрический	59	1625	1840	2500	63,6	1
БС (БС-120)	"-"	100	1,4	3,67; 6,5	0,60; 0,105	"-"	2x40	1780	1580	1800	70,47	2
"Коллиду Уонер"	Англия											
36Н/1	"-"	100	1,11	5	0-0,074	Гидравлический	52	1495	1320	1822	96	2
36Н/2	"-"	80	1,11	6,30	0-0,094	"-"	42	1495	1320	1822	63,6	1
48	"-"	50-100	1,78	8,1	0-0,056	"-"	47,8	1905	1840	1822	33-60,3	2
64Н	"-"	150	2,22	6,66	0-0,051	"-"	69,0	2290	1580	1905	72,7	2
80 Н	"-"	150-200	3,33	10,1	0-0,051	"-"	88	2800	1780	1905	50-72	2
"Хьюуд"	"-"											
Тип А	"-"	100	1,91	5	0,051	Электрический	37	1828	1820	1828	59,4	2
Тип Б	"-"	85	1,4	3,83	-	"-"	37	1626	915	1828	68,6	2
"Ватон-Вид Мая-Лия"	"-"	100	3	13,5	0-0,075	Гидравлический	-	1753	2057	1830	34	2
"Кроли"	"-"	100	1,47	-	-	"-"	-	1905	1905	1830	64	2
"Сатклифф"	"-"	30	0,675	до 5	0,073	"-"	18,5	1054	1106	3000	44,5	1
Ян-100	Польша	112	3,11	15	0,104	"-"	125	2290	1430	-	36	2
Ян-200	"-"	261	3,04	7,5(15)	0,052(0,104)	"-"	125(250)	2250	1680	-	86	2
Ян-300	"-"	322	3,04	10	0,052	"-"	125	2250	1890	-	96	2
"Чонин"	"-"	85	1,21	10,8	0,162	"-"	125	1000	1285	-	70	1
						Ленточные						
"Сибтипро-Горьки"	СССР	90	0,9	6,9	0,1	Электрические	15	1545	650	1000	109	1

Продолжение таблицы I.1.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"Хеннейд"	Англия	50-200	3,33	до 13,3	0-0,05	Гидравлические	47	1894	1887	1854	15-70	I
Ян-500	Польша	600	4,13	0,33	0-0,134	"-	-	2250	2620	-	148	I
						Пластинчатые						
"Колицоу Уокер"	Англия	200-400 400-600	3,33	0,10,3 0-11,3	0-0,05	"-	90	1800 2372	2050 3075	1830 1828	68-126 126-184	I
"Вибридж"	"-	250	3	0-5,5	0-0,029	"-	-	2600	2900	2430	83	I
"Сатклифф"	"-	75-200	1,74	4	0,013-0,066	"-	-	2203	3642	2438	50-133	I
"Цейбл Вэлт" ВС1	"-	50-350	0,95	3,33	-	"-	3,7-38	1736	1982	2740	-	I
ВС2	"-	50-350	1,43	5	-	"-	"-	2346	2109	2740	-	I
ВС3	"-	50-350	1,9	6,66	-	"-	"-	3032	2174	2740	-	I
ВС4	"-	50-350	2,44	8,33	-	"-	"-	2778	2829	2740	-	I
ВС5	"-	50-350	2,86	10	-	"-	"-	3086	2931	2740	-	I
"Баттерли"	"-	100	4,06	-	-	"-	"-	1733	1524	3048	83	I
"Шоу Трю Энд Смит"	"-	50-150	1,65	до 6	0-0,035	"-	55,1	1370	1370	1830	32-91	I
Ян-500	НР	600	4,13	0-33	0-0,134	"-	270	2250	2620	-	148	I

Таблица 1.2

Основные размеры бункеров типоразмерного ряда

Базовые типоразмеры	Короб, м		Секции, мм								Наибольшая длина бункера, м
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	
BC-90	900	1060	1600	1100	1600	1600	1400	1600	1400	-	65000
BC-120	1200	1100	1800	1700	1400	1800	1700	1820	2100	500	75000
BC-160	1600	1320	1800	2250	1650	1800	2250	2050	2500	600	90000

Таблица I.3.

Основные технические данные бункеров типоразмерного ряда

Базовые типоразмеры	Вместимость в дни секции, м ³	Наибольшая вместимость бункера, м ³	Наибольшая производительность выгрузки, м ³ /мин	Наибольшая скорость скребкового органа, м/с	Количество дождевателей, шт.	Наименьшее требуемое сечение горной выработки, м ²
BC-90	0,85	50	6,0	0,120	1	6,0
BC-120	1,4	100	8,0	0,095	2	7,4
BC-160	2,4	200	10,5	0,075	2	10,0

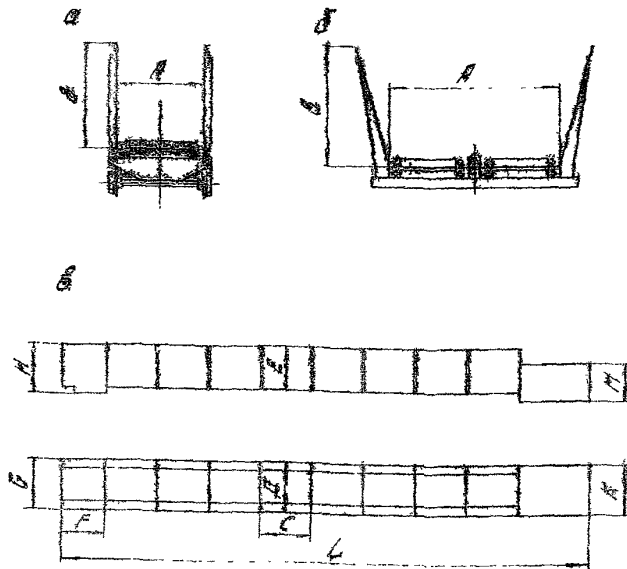


Рис. 1.14. Конструктивные схемы средних бункеров типоразмерного ряда: а-ВС-90, б-ВС-120, ВС-160; в - схема сборки

1.3.36. Бункеры с движущимися бор-

тами имеют в днище ленточное или пластинчатое полотно, которое синхронно перемещается с бортами желоба. В отдельных конструкциях борты соединены поперечными перегородками (скрабками), которые, перемещаясь вместе с бортами относительно неподвижного днища, увлекают за собой груз. По сравнению с конвейерными, в значительной степени уменьшаются вредные сопротивления при перемещении груза и удельная энергоёмкость процесса аккумулирования. Это позволяет существенно увеличить вместимость данной разновидности механизированных бункеров. Если у большинства конструктивных конвейерных бункеров с неподвижным грузонесущим желобом

вместимость не превышает 300 м³, то у известных бункеров с движущимися бортами она достигает 700 м³. Однако они требуют для установки вдвое большую длину горной выработки, тем не менее оборудовать путь для размещения порожних вагонет. С целью уменьшения требуемой длины горной выработки в некоторых конструкциях бункеров борты выполняются складывающимися или, отбывая концевые барабаны, перемещаются в обратном направлении. Бункеры с движущимися бортами работают только по реверсивной схеме загрузки. При этом привод бортов и донного конвейера, как правило, общий. Движение конвейерного полотна и бортов происходит с одинаковой скоростью.

Технические характеристики и схемы известных конструкций бункеров данной разновидности приведены в табл. 1.4.

1.3.37. Двухъярусные бункеры (табл. 1.5) в большинстве случаев имеют V-образный грузонесущий желоб, в нижней части которого по всей длине размещены открывающиеся люки, служащие для выгрузки материала на конвейер. Различают бункеры с донными и боковыми открывающимися люками выдвижными люками, со сплошными и секционированными грузонесущими желобом. Загрузка люковых бункеров производится сверху специальными распределительными механизмами: передвигающимися на катках конвейером или передвигающимся плужковым обрасывателем с люкты стационарного неподвижного конвейера, - а также перемещаемом вертикально под неподвижной стрелой загрузочного конвейера. Выгрузка осуществляется гравитационным способом. При этом люки открываются и закрываются гидравлическими, пневматическими или механическими устройствами.

Близки по конструктивному исполнению и люковые желоба. Их отличительной особенностью является отсутствие открывающихся люков и исполь-

Таблица I.4.

Технические характеристики бункеров с движущимися бортами

Тип бункера	Страна	Вместимость, м ³	Вместимость на длину секции, м ³	Производительность выгрузки, м ³ /мин	Скорость перемещения желоба, м/с	Тип привода	Мощность привода, кВт	Размеры линейной секции, мм			Длина, м
								ширина	высота	длина	
БН-200А	СССР	200	3,2	7,5; 12,0	0,05-0,08	Серебряные Электрические	90	2200	1300	5000	160
БСН	"-"	40	1,49	До 9	0,1	"-"	22	1480	1040	2000	70
"Бухтерра" Тип I	Англия	65-300	2,5	7	До 0,2	Ленточные Гидравлические	45	1981	1981	3048	до 260
Тип II	"-"	100-600	3,61	7	До 0,2	"-"	45	2591	2438	3048	до 334
Тип III	"-"	200-700	8,2	7	До 0,2	"-"	45	3048	3200	3048	до 200
"Диксон энд Мэйн"	"-"	50-250	3,4	-	0-0,04	"-"	-	1983	2134	2438	47-218
"Пермунро-гормен"	СССР	25	1,67	До 13,7	0-0,07	Электрические	5	1900	1530	2460	30
БН-500	"-"	500	3,35	До 15	до 0,075	Пластинчатые "-"	75	2900	2425	2500	310
"Иду, Три энд Смит"	Англия	50-250	3,2	До 11	0-0,035	Гидравлические	66	2148	1975	3048	15-85

зование для выгрузки материала гребковых механизмов: плузок, вращающихся роторов и т.д. Есть конструкции бункеров, где выпускная щель закрывается криволинейным полотном, которое может убираться, позволяя грузу высыпаться на приемный конвейер. У большинства конструкций бункеров выпускная щель вообще не закрывает-

ся, а просыпание груза устраняется горизонтальным лотком, расположенным ниже выпускной щели по всей длине грузонесущего желоба.

I.3.38. Бункеры с погрузочно-транспортным органом лобового действия состоят из жел-

Таблица 1.5.

Технические характеристики люковых и шелевых бункеров

Тип бункера, фирмы	Страна	Выстимость, м ³	Вместимость длины секции, м ³	Производительность разгрузки, м ³ /мин	Тип разгрузочного устройства	Мощность привода, кВт	Размеры секции, мм			Длина, м
							ширина	высота	длина	
БНД	СССР	30-60	1,07	3,33	Каниров. тележка	64	2134	2462	4670	43-71
АКСД	"-"	100, 200, 300, 400	2,5	4,015	Выдвижное днище	-	2000	2500	3000	40, 60, 120, 160
АКБ	"-"	40, 70, 120	1,85	1,5	Поворотное днище	-	1750	1480	2000	22, 4-65
АКД	"-"	40, 70, 120	1,81	1,5	Шиберы с роликами	-	1720	1480	2200	20, 26-60
ЕМ-500	"-"	500	7,3	4,4-44	Люки с направляющими	60	3500	4000	-	180
"Кроли"	Англия	100	1,11		Заслонки с гидродомкратом	-	3122	3183	2740	-
"Сатклифф"	"-"	До 300 До 1000	10,9	7,5	Затворы с гидродомкратом	-	2940	3350	1820	-
"Хороффилд"	"-"	50-1000		До 7,5	то же	-	2591	2872	3050	-

любообразной емкости, погрузочно-транспортного механизма, который может перемещаться внутри желоба за постоянно обновляющимся откосом груза, осуществляя с необходимой производительностью разгрузку бункера. При этом выполнение емкости может выполняться этим же органом, либо дополнительным устройством. На рис. 1.13, д показана схема такого бункера, где в качестве погрузочно-транспортного механизма используется конвейер, консоль которого может опускаться и подниматься. В данном случае погрузочный орган снабжен шнеками, которые разрыхляют перед погрузкой слежавшийся в бункере материал. Конвейер реверсивный и вместе со шнеками может перемещаться внутри желоба бункера. Разгрузка производит-

ся на магистральный конвейер, установленный продольно бункеру.

Достоинством такой конструкции является возможность иметь фактически любую необходимую вместимость при сравнительно небольшой мощности приводов погрузочно-транспортного органа.

1.3.39. Специальное исполнение имеет передвижные механизированные емкости, так называемые бункеры с доводкой. Устанавливаются они на шкату и могут перемещаться по рельсовому пути с помощью локомотивной либо канатной (цепной) тяги. Грузовместительные секции у таких бункеров могут поворачиваться относительно друг друга в горизонтальной плоскости на угол до 7°, что обеспечивает возможность изгиба бункеров и позволяет работать в искрив-

ленных горных выработках. Известно довольно большое количество конструкций бункерных проездов с донным конвейером, открывающимися лопами, скреперными погрузочно-разгрузочными устройствами. Они применяются, главным образом, при проведении горизонтальных горных выработок и обеспечивают, наряду с аккумулярованием, доставку горной массы из подготовительных забоев до средств магистрального транспорта.

1.4. Схемы и области применения горных и механизированных бункеров

1.4.1. Наряду с конструктивными особенностями, существенное влияние на эффективность применения подземных бункеров оказывают выбор мест их установки и компоновки в системе шахтного транспорта.

1.4.2. Выбор рациональных схем применения бункеров в подземных условиях определяется следующими основными данными: назначением, требуемой вместимостью и конструкцией бункеров, схемой пространственного расположения горных выработок в предполагаемых местах сооружения бункеров, типами применяемых транспортных средств в горных выработках.

При определении мест применения бункеров следует учитывать также схему проветривания горных выработок, характер проявления горного давления, требуемые сроки службы бункеров, экономические факторы.

1.4.3. Целесообразно различать по месту расположения в шахте участковые, магистральные и околовольные бункеры.

Участковые бункеры оборудуют в пределах выемочного участка для обслуживания одного-двух очистных или подготовительных забоев.

Магистральные бункеры устраивают в системе магистрального транспорта, наиболее часто в местах пересечения горизонтальных и наклонных горных выработок.

Околовольные бункеры сооружают перед скважными вертикальными или наклонными конвейерными подъемами.

1.4.4. Бункеры, устанавливаемые в околовольном дворе в непосредственной близости от скипового ствола, служат одновременно для выполнения нескольких технологических функций: взаимувзвешивки электровозной откатки или конвейерного транспорта со скиповым подъемом, компенсации влияния простоя подьема и технологического комплекса на поверхность на работу системы подземного транспорта; компенсации неравномерности грузопотока, поступающего к скиповому подъему, и обеспечения ритмичности его работы.

Магистральные бункеры обеспечивают взаимодействие рельсового и конвейерного транспорта, а также служат для сглаживания неравномерности грузопотока и компенсации отката в системах магистрального шахтного транспорта.

Участковые бункеры предназначаются для сглаживания неравномерности забойных грузопотоков и компенсации влияния отката магистрального транспорта на работу очистных забоев.

У подготовительных забоев бункеры могут использоваться также для разделения потоков угля и породы при проведении горных выработок смешанным забоем.

Совмещение технологических функций участковыми, магистральными и околовольными бункерами должно учитываться при определении их технологических параметров и выборе мест установки.

1.4.5. Основные схемы применения горных и механизированных бункеров с необходимыми пояснениями приводятся в приложениях 1 и в приложении 2, где обозначены символами:

А - конвейерные бункеры;

Б - механизированные бункеры с движущимися бортами;

В - ленточные и шнековые бункеры;

Г - механизированные бункеры с погрузочно-транспортным органом лобового действия.

1.4.6. Горные и механизированные бункеры могут успешно применяться в качестве участковых, магистральных и околотвальных аккумулярующих емкостей при выполнении различных технологических функций.

Вместе с тем, в силу определенных достоинств и недостатков, горные бункеры предпочтительнее в одних случаях, а механизированные - в других.

1.4.7. Достоинствами горных бункеров являются: невысокая энергоемкость процесса бункерования сыпучих грузов, высокий коэффициент полезного использования объема горных выработок, относительно небольшая удельная стоимость по сравнению с механизированными бункерами, широкие возможности создания бункеров требуемой вместимости в разнообразных горно-технических условиях, простота обслуживания и большой срок службы.

Достоинствами механизированных бункеров являются: возможность обеспечения необходимой емкости при небольшом перепаде высот между точками загрузки и выгрузки с минимальным объемом дополнительных горных работ, возможность ремонта с одного места работы на другом валец за продвижением очистного фронта, возможность установки в существующих горизонтальных и пологонаклонных горных выработках и высокая надежность в виду отсутствия зависания и застревания груза при принудительной выгрузке специальными механизмами, незначительное измельчение угля в процессе бункерования, возможность быстрого ввода в эксплуатацию.

1.4.8. Горные бункеры рекомендуется применять во всех случаях, если это не ограничивается отсутствием необходимого перепада высот между точками загрузки и выгрузки материала, сроком службы, требованиями к сортности угля, свойствами боковых пород, физико-механическими свойствами транспортируемого материала, горным давлением, экологическими факторами.

Механизированные бункеры целесообразно использовать в качестве участковых сглаживающих и аварийных емкостей при конвейерном транспорте, у подготовительных забоев для разделения потоков угля и породы при подаче в систему магистрального подземного транспорта; в магистральных выработках и околотвальных дворах при аккумуляровании углей, к сортности которых предъявляются повышенные требования, а также при аккумуляровании переувлажненной легкослеживающейся горной массы и породы.

Выбор конкретных типов бункеров необходимо обосновывать технико-экономическими расчетами. При этом в расчет необходимо принимать стоимость создания (приобретения) и эксплуатации непосредственно бункера, а также стоимость проведения и поддержания дополнительных горных выработок, связанных с созданием бункера. В расчетах требуется учитывать фактические сроки службы бункеров и затраты на повторное создание горных и ремонтных механизированных бункеров.

1.5. Структурообразование бункеров

1.5.1. Рассмотренными типами не исчерпывается все разнообразие возможных конструкций как горных, так и механизированных бункеров. Для поиска наилучших решений с учетом конкретных условий эксплуатации может потребоваться более широкий и глубокий анализ возможных конструкций бункеров. Эту работу можно выполнить целе-

наглядно, опираясь на структурные формулы бункеров, характеризующие состав технических средств, используемых для механизации процесса аккумуляции груза, и связи между ними.

Рассмотрим порядок структурообразования бункеров.

1.5.2. Процесс аккумуляции сыпучего груза в бункере включает в себе три основные функциональные операции: подача груза в бункер, распределение груза в емкости, выгрузка. Каждая из этих операций может выполняться в определенных случаях механизированным способом или под действием сил собственного веса груза.

Обозначим символами:

\mathcal{A} - механизм (орган), обеспечивающий подачу груза в бункер;

\mathcal{P} - механизм (орган), обеспечивающий распределение груза в емкости;

\mathcal{B} - механизм (орган), обеспечивающий выгрузку груза из бункера;

(-), (+) и (•) - соответственно технологическая, кинематическая и конструктивная связи между функциональными механизмами \mathcal{A} , \mathcal{P} или \mathcal{B} .

Технологическая связь выражает взаимное согласование по производительности и режимом работы конструктивно обособленных функциональных механизмов. Кинематическая связь указывает на конструктивную сочлененность функциональных механизмов (органов), при которой каждый из них сохраняет свойственное только ему назначение. Конструктивная связь выражает более глубокую интеграцию (совмещение) функциональных механизмов, когда уже не представляется возможным самостоятельно выделить тот или иной механизм для выполнения одной из операций, так как в данном случае один и тот же рабочий орган может выполнять сразу две-три функции [21].

1.5.3. Путем комбинаций элементов (функциональных механизмов) и связей между ними, с учетом вырождения отдельных элементов, когда выполнение определенных операций процесса аккумуляции обеспечивается за счет сил собственного веса груза, можно получить 24 структурные формулы бункеров (табл. I.6). Последние могут быть объединены в семь групп, составляющих четыре вида средств механизации бункеров.

Для первой группы формул характерным является механизация только одной из операций процесса аккумуляции груза определенным функциональным механизмом: \mathcal{A} , \mathcal{P} или \mathcal{B} (две другие операции выполняются под действием сил собственного веса груза).

Вторая группа включает структурные формулы бункеров, у которых механизация процесса аккумуляции груза обеспечивается комплектами функциональных механизмов. Причем, между последними имеется только технологическая связь. В формулах 4, 5 и 6 отдельные операции выполняются под действием сил собственного веса груза.

Третья и четвертая группы формул охватывают семейство бункеров с кинематически связанными функциональными механизмами, которые по существу представляют собой комплекс технических средств для механизации процесса аккумуляции груза.

Пятая, шестая и седьмая группы структурных формул описывают вид бункеров, у которых две или три функциональные операции выполняются одним и тем же механизмом-агрегатом. При этом одна из операций может выполняться под действием сил собственного веса груза или функциональным механизмом, который имеет с агрегатом технологическую либо кинематическую связь.

Из табл. I.6 также видно, что каждая последующая группа формул соответствует средствам механизации, имеющим более высокую степень технического развития.

Структурные формулы бункеров

Таблица 1.6

Принцип построения структурных формул	Согласование элементов			Сочленение элементов										Совмещение элементов												
	с вырождением двух элементов			с вырождением одного элемента				с вырождением		с согласованием				с вырождением		с согласованием			с сочленением		всех					
Структурные формулы	Γ	ρ	θ	$\Gamma-\rho$	$\rho-\theta$	$\Gamma-\theta$	$\Gamma+\rho$	$\rho+\theta$	$\Gamma+\theta$	$\Gamma+\rho+\theta$	$\rho+\theta+\theta$	$\Gamma+\theta+\theta$	$\Gamma+\rho+\theta$	$\Gamma-\rho$	$\rho-\theta$	$\Gamma-\theta$	$\Gamma+\rho+\theta$	$\rho+\theta+\theta$	$\Gamma+\theta+\theta$	$\Gamma+\rho+\theta$		$\Gamma-\rho$	$\rho-\theta$	$\Gamma-\theta$	$\Gamma+\rho+\theta$	$\rho+\theta+\theta$
№ формул	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Группы формул	I			II				III		IV				V			VI			VII						
Средства механизации бункеров	Индивидуальные для отдельных операций			Комплексы функциональных механизмов				Комплексы							Агрегаты											

1.5.4. Используя те же принципы структурообразования, можно получить формулы, описывающие структурное строение подвешенных механизированных бункеров.

В данном случае целесообразно выделить три основных конструктивных элемента бункеров: днище (A), борты (B) и орган выгрузки (θ) материала. Между элементами может быть кинематическая (+) или конструктивная связь (\cdot). Комбинаторика дает в данном случае 14 структурных формул механизированных бункеров, которые по сходным признакам могут быть объединены в четыре группы (табл.1.7). Отсутствие в отдельных формулах тех или других конструктивных элементов означает, что они могут быть замещены элементами горных выработок (почвой или боковыми стенками выработок).

1.5.5. У большинства конструкций механизированных бункеров процесс загрузки-выгрузки обеспечивается путем продольного перемещения груза. При этом в продольном движении могут находиться и

основные конструктивные элементы самих бункеров. С учетом этого можно дать наиболее общую классификацию данной разновидности бункеров (рис.1.15), где I и O в нижней части (символов основных элементов A , B и θ означают соответственно, что данный элемент в процессе работы совершает продольное перемещение или остается неподвижным.

Целенаправленный анализ приведенных структурных формул позволяет изыскивать и разрабатывать новые конструктивные схемы бункеров.

Таблица 1.7

Структурные формулы механизированных бункеров

Принципы построения структурных формул	С вырождением и сочленением элементов						Взаимная формула	С сочленением и совмещением элементов				С совмещением и вырождением элементов			
	A	B	θ	$A+B$	$A+\theta$	$B+\theta$		$A+B+\theta$	$A+B$	$A+\theta$	$B+\theta$	$A+B+\theta$	$A+B$	$A+\theta$	$B+\theta$
№ формул	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Группы формул	I			II			III				IV				
Разновидности бункеров	С одним функциональным элементом			С освобожденными функциональными элементами			С полностью совмещенными элементами				С частично совмещенными элементами				

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРОВ

2.1. Технологические параметры бункеров

2.1.1. К основным технологическим параметрам подземных бункеров относятся вместимость, производительность загрузки и разгрузки.

2.1.2. На выбор величин технологических параметров подземных бункеров влияют следующие основные факторы: выполняемые функции, типы и характеристики примыкающих к бункеру транспортных средств, наличия и характер поступающего в бункер грузопотока, производительность и параметры надежности подбункерной транспортной линии.

Степень влияния перечисленных факторов зависит от конкретных условий эксплуатации и места установки бункера в технологической схеме транспорта.

2.2. Бункер в системе "участковый конвейер-бункер- локомотивная откатка"

В данном случае бункер используется для обеспечения непрерывной работы забоев при временном отсутствии составов порожних вагонов на погрузочном пункте, а также для ускорения процесса загрузки вагонов, что увеличивает производительность локомотивной откатки.

2.2.1. Требуемая вместимость бункера определяется по формуле

$$E = \frac{U_{\text{ср}} \cdot t_{\text{оп}} \cdot K_{\text{в}}}{\gamma} \quad (2.1)$$

где E - вместимость бункера, м³; $U_{\text{ср}}$ - среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время, т/мин;

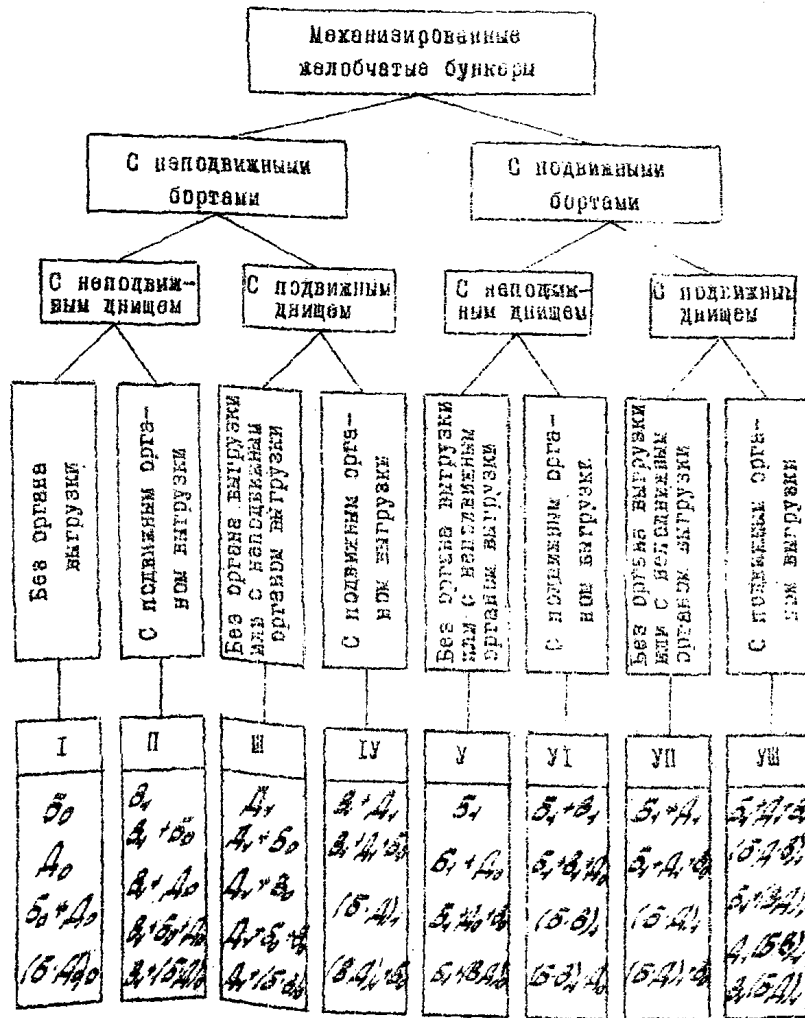


Рис. 1.15. Классификация желобчатых механизированных бункеров

ρ - насыщенная плотность угля, т/м³; $t_{н.ср}$ - среднее время одного простоя погрузочного пункта из-за отсутствия порожних составов, мин. Определяется путем хронометражных наблюдений или на анализе графика движения поездов с учетом фактора случайности. По данным хронометражных наблюдений на действующих шахтах с электровозной откаткой по магистральным горизонтальным выработкам $t_{н.ср} = 15 + 20$ мин; K_y - коэффициент, учитывающий требуемый уровень снижения простоев. Находится по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Значение коэффициента K_y

При уровне снижения простоев, %			
70	80	90	95
1,2	1,6	2,3	3,0

Рекомендуется принимать уровень снижения транспортных простоев для комплексно-механизированных лав 95 %, соответственно $K_y = 3,0$.

2.2.2. Среднее значение поступающего в бункер грузопотока за оперативное время определяется по формуле

$$\bar{Q}_{б.ср} = \frac{\sum Q_{с.м.}}{T_{см}}, \quad (2.2)$$

где $\sum Q_{с.м.}$ - суммарная сменная добыча, поступающая от n забоев в бункер, т; $T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, мин. В том случае, когда в течение рабочей смены планируются регламентированные технологические перерывы ($t_{пр}$) в подаче груза в бункер, то в формуле (2.2) вместо $T_{см}$ подставляется $T_{см} - \sum t_{пр}$.

2.2.5. Если у погрузочного пункта имеется неснижаемый запас порожних вагонеток, то требуемая вместимость бункера определяется

как разность между величиной, определяемой по формуле (2.1), и суммарной вместимостью порожних вагонеток.

2.2.4. Производительность разгрузки бункера должна быть равна или больше средней величины поступающего в бункер грузопотока за машинное время $\bar{Q}_{м.ср}$.

Техническая производительность комплекса оборудования погрузки вагонеток должна быть не ниже принятой производительности подбункерного питателя.

2.2.5. Требуемая производительность механизмов загрузки бункера зависит от максимальной интенсивности поступающего грузопотока. Она определяется для всех механизированных бункеров, а также для горных бункеров, загрузка которых осуществляется распределительным конвейером, цепью, цепью, плужными сбрасывателями и т.п. (Приложение 3)

2.3. Бункер в системе "конвейер-бункер-конвейер"

2.3.1. В данной системе бункер может иметь два назначения:

для уменьшения неравномерности забойных грузопотоков - сглаживающий (усредняющий) бункер;

для принятия и временного хранения груза в периоды отпадов или остановов подбункерных конвейеров - аварийный (аккумулирующий) бункер.

2.3.2. Глубина сглаживания (усреднения) может изменяться от максимального минутного \bar{Q}_{max} до среднего минутного за оперативное время $\bar{Q}_{ср}$ поступающего в бункер грузопотока.

При проектировании конвейерных систем глубину сглаживания следует ограничивать величиной средие минутного грузопотока за время его поступления $\bar{Q}_{ср}$.

Глубину (уровень) сглаживания β удобно выразить в отно-

сительных единицах и определять по формуле

$$B_c = \frac{Q_{max} - \rho}{Q_{max} - Q_{cp}} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Диапазон изменения B_c рекомендуется принимать в пределах от 0 до 100 %. При $B_c = 100\%$ осуществляется полное сглаживание (усреднение) неравномерного грузопотока до значения среднего минутного грузопотока ($\rho = Q_{cp}$) за время его поступления.

При необходимости глубина сглаживания может превышать 100 % ($Q_{cp} > \rho > Q_{cp}$). Однако такой режим работы бункера следует применять лишь в исключительных случаях (на действующих шахтах, где не представляется возможным замена установленных ранее подбункерных конвейеров на более производительные конвейеры).

Оптимальная глубина сглаживания (усреднения) неравномерности грузопотока в каждом конкретном случае может быть установлена на основании технико-экономического расчета с учетом стоимости бункера различной вместимости и величины эффекта, получаемого от сглаживания неравномерности грузопотока.

2.3.3. В том случае, когда максимальное значение минутного грузопотока, поступающего в бункер (Q_{max}), больше принятой способности подбункерного конвейера (Q_n), необходимая минимальная глубина сглаживания

$$B_c = \frac{Q_{max} - Q_n}{Q_{max} - Q_{cp}} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

Производительность разгрузки сглаживающего (усредняющего) бункера ρ следует принимать в зависимости от принятой глубины сглаживания.

Если $B_c \leq 50\%$, то можно принимать $\rho = Q_n$

Если $B_c > 50\%$, производительность разгрузки бункера ρ не

должна превышать техническую производительность подбункерного конвейера (выбранного ранее по эксплуатационной нагрузке), т.е.

$$\rho \leq Q_n$$

2.3.4. Необходимое значение вместимости сглаживающих (усредняющих) бункеров зависит от характеристики поступающего в бункер грузопотока и принятой глубины его сглаживания и определяется по формуле

$$E = \frac{K_B}{f} \cdot \sum Q_{cp} \quad (2.5)$$

где Q_{cp} - средний минутный грузопоток из одного очистного забоя, т/мин; K_B - расчетный коэффициент (табл.2.2), принимаемый в зависимости от принятой глубины сглаживания B_c и минутного коэффициента неравномерности K_n , поступающего в бункер грузопотока [7].

$$K_n = \frac{Q_{max}}{Q_{cp}} \quad \text{или} \quad K_n = \frac{Q_{max \Sigma}}{\sum Q_{cp \Sigma}} \quad (2.6)$$

Значение максимального минутного сборного грузопотока $\sum Q_{cp \Sigma}$, поступающего из двух и более очистных забоев, устанавливается по методическим указаниям, приведенным в приложении 3.

Таблица 2.2.

Значения расчетного коэффициента K_B

Минутный коэффициент неравномерности поступающего в бункер грузопотока, K_n	Относительная глубина сглаживания (усреднения) грузопотока, B_c , %					
	25	50	75	100	125	150
1,2	1	1	2	3	5	10
1,6	1	2	3	7	20	35
2,0	1	2	5	10	30	80
2,4	1	2	6	12	40	-
2,8	1	3	7	15	60	-

2.3.5. Вместимость аварийного (аккумуляторного) бункера определяется по табл. 2.3., в зависимости от требуемого уровня снижения простоев по вине транспорта (K_2). Время простоев $T_{пр}$ забоя по причине отказов транспортной линии в среднем за время рабочей смены $T_{см}$ определяется по формуле $T_{пр} = T_{см} (1 - \prod_{i=1}^n K_{гi})$, где $K_{гi}$ - коэффициент готовности i -го конвейера в линии. Для ленточных конвейеров $K_{гi}$ лежит в пределах 0,985-0,995, для скребковых - 0,975 + 0,985. При приближенных расчетах можно пользоваться значениями для ленточных конвейеров $K_{гi} = 0,99$, для скребковых $K_{гi} = 0,98$.

При установке бункера время простоев снижается до величины

$$T'_{пр} = T_{см} (1 - \prod_{i=1}^n K_{гi}) / (1 - K_2)$$

Вместимость аварийного бункера рекомендуется выбирать как правило из условия обеспечения наименьшего (по табл.2.3) уровня снижения простоев, т.е. при $K_2 = 0,95\%$.

Пользуясь данными табл.2.3 можно определить уровень снижения простоев забоя, если вместимость бункера ограничена горно-техническими условиями ($K_2 < 95\%$).

2.3.6. Производительность разгрузки аварийного (аккумуляторного) бункера следует принимать равной или меньшей технической производительности подбункерного конвейера, но с коэффициентом резерва не менее 1,3 по отношению к среднему значению грузопотока, поступающего в бункер за оперативное время

$$1,3 \dot{Q}_{ср} < P_{к} Q_{т} \quad (2.7)$$

2.3.7. Производительность загрузки бункера определяется аналогично п. 2.2.5.

2.4. Бункер в системе "локомотивный транспорт-бункер-конвейер"

В этом случае бункер должен обеспечивать высокую производительность разгрузки вагонов на обменном пункте и равномерную загрузку подбункерного конвейера.

2.4.1. Производительность разгрузки бункера на обменном пункте определяется из выражения

$$P = K \frac{G}{t_{ср}} \quad (2.8)$$

где G - средняя грузоподъемность одного состава вагонов, т;
 K - коэффициент резерва производительности разгрузки бункера, принимается в пределах 1,3 - 1,5; $t_{ср}$ - среднее время между прибытием на обменный пункт груженых составов, мин. Определяется по данным хронометражных наблюдений или из анализа графика работы составов. При приближенных расчетах рекомендуется пользоваться формулой

$$t_{ср} = \frac{T_{см} \cdot G}{\sum_{i=1}^n A_{сми}} \quad (2.9)$$

2.4.2. Для высокопроизводительных обменных пунктов с донной разгрузкой вагонов вместимость бункера должна быть не менее 1,0 - 1,5 средней грузоподъемности состава вагонов, поступающих на обменный пункт [20].

Для обменных пунктов с разгрузкой вагонов с помощью опрочистителя вместимость бункера определяется с учетом производительности подбункерного конвейера, но не менее суммарной вместимости 2-3 вагонов.

Нормативная вместимость аварийных бункеров, м³

Таблица 2.3

Величина среднесуточного грузопотока, пос- тупающего в бун- кер, т	При уровне снижения простоев, %									
	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95
150-300	6-12	10-20	13-25	14-28	15-30	18-35	20-40	24-48	30-60	35-70
300-400	12-20	20-30	25-38	28-41	30-45	35-55	40-60	50-70	60-80	70-100
450-600	20-25	30-40	40-50	45-55	50-65	55-70	50-80	70-95	90-120	110-150
600-750	25-35	35-50	50-65	55-70	60-75	70-90	80-100	95-120	100-140	130-180
750-900	30-45	45-60	65-75	70-80	75-90	85-105	100-140	110-140	130-190	170-220
900-1000	40-55	55-70	75-90	85-96	90-105	100-120	110-140	130-160	150-200	200-270
1000-1250	45-60	60-80	80-100	90-120	100-130	120-140	130-160	150-200	190-250	250-310
1250-1500	50-75	75-100	100-125	120-140	130-150	140-170	170-200	190-240	240-320	320-380
1500-1750	65-80	80-110	110-140	140-160	150-175	175-200	190-230	220-270	270-360	360-450
1750-2000	75-100	100-130	130-160	160-180	170-200	200-230	230-270	270-310	310-400	400-510
2000-2250	90-120	120-150	150-190	180-200	200-230	230-260	260-300	300-350	350-450	460-570
2250-2500	100-130	130-170	170-200	200-230	230-250	250-290	290-330	330-390	400-500	500-640
2500-2750	110-150	150-190	190-230	230-250	250-280	280-320	320-360	360-430	450-600	600-700
2750-3000	130-170	170-200	200-250	250-280	280-300	300-350	350-400	400-470	500-650	650-800
3000-4000	140-200	200-250	250-330	280-360	300-400	350-450	480-550	550-650	600-900	800-1000
4000-5000	180-250	250-330	330-400	380-450	400-500	480-580	540-650	650-800	700-900	900-1200

2.4.3. Длина грузовой ветви рельсового пути на обменном пункте должна обеспечивать:

при работе на горизонте до трех локомотивосоставов—размещение не менее одного грузевого состава;

при работе на горизонте более трех локомотивосоставов — размещение не менее полутора грузевого состава.

2.4.4. Если бункер в системе "локомотивная откатка—конвейер" служит также для компенсации простоев подбункерной конвейерной линии, то к вместимости, определенной согласно п. 2.4.2, следует добавить вместимость аварийного бункера, определяемую по табл.2.3.

2.4.5. Если бункер загружается одновременно конвейерным транспортом и из вагонеток, то его вместимость определяется как суммарная, рассчитанная по п. 2.3 и 2.4.

2.5. Бункер у подготовительного забоя

Бункер у подготовительного забоя позволяет предварительно накапливать породу, а затем транспортировать её отдельно от угля в специально выделенные для этого промежутки времени рабочих и ремонтно-подготовительных смен.

2.5.1. Вместимость породного бункера для обслуживания подготовительного забоя при проведении горной выработки с отдельной выдачей во времени угля и породы в общешахтную конвейерную систему определяется по формуле

$$E = S_g \cdot C_{подв} \cdot K_{пр} \cdot K_{ц}, \quad (2.10)$$

где S_g — сечение выработки, м²; $C_{подв}$ — сменное подвигание забоя, м; $K_{пр}$ — коэффициент присечки; $K_{ц}$ — коэффициент цикличности выгрузки породы из бункера. При выдаче породы в конвейерную систему один раз в смену $K_{ц} = 1$. При выдаче породы два раза в смену $K_{ц} = 0,5$.

2.5.2. При изменении коэффициента присечки в процессе проходки для расчета принимается его наибольшее значение.

2.6. Бункер в околоствольном дворе

В данном случае бункер обеспечивает ритмичность и определенную независимость работы скипового подъема от системы подземного транспорта (технологическая емкость) или же используется как аварийная емкость.

2.6.1. Наименьшая требуемая вместимость технологического бункера, обеспечивающего согласованную работу магистрального конвейерного транспорта и скипового подъема, определяется по формуле

$$E = \frac{\bar{Q}_{max}}{f} \cdot t_{ц} \cdot K', \quad (2.11)$$

где \bar{Q}_{max} — максимальное значение минутного грузопотока, поступающего в бункер с магистрального конвейера (конвейеров), т/мин;

$t_{ц}$ — продолжительность полного цикла работы одного скипа (загрузка, движение вверх, разгрузка, движение вниз), мин; K' — коэффициент, зависящий от типа скипового подъема. При односкиповом подъеме $K' = 1$, при двухскиповом подъеме $K' = 0,5$.

2.6.2. При электровозной откатке технологическая емкость в околоствольном дворе у скипового подъема должна быть равна грузоподъемности двух составов вагонеток, поступающих в околоствольный двор [20].

2.6.3. При загрузке технологического бункера одновременно с конвейера и из вагонеток требуемая его вместимость определяется как сумма вместимостей, рассчитанная по п.п. 2.5.1, 2.5.2.

2.6.4. Вместимость аварийного бункера у скипового ствола определяется на основании табл.2.3.

2.6.5. При необходимости остановки работы скипового подъема, чтобы регулировать энергопотребление шахты в часы максимума нагрузки энергосистемы, вместимость бункера, устанавливаемого в околоствольном дворе, определяется из выражения

$$E_i = \frac{U_{\text{доп}} t_m}{\gamma}, \quad (2.12)$$

где t_m - время вынужденной остановки скипового подъема с целью ограничения шахтного энергопотребления, мин.

2.6.6. Необходимая вместимость околоствольного бункера, выполняющего роль технологической и аварийной емкости, находится как сумма вместимостей, рассчитанных по п.п. 2.5.1, 2.5.2 и 2.5.4.

2.7. Выбор уставок производительности разгрузки бункеров в конвейерных системах

2.7.1. В конвейерной системе шахты, как правило, имеется не один, а несколько бункеров. Последние могут быть расположены в различных местах транспортной системы. Тем не менее функционирование бункеров происходит взаимосвязанно и этот факт необходимо учитывать при расчете уставок производительности разгрузки бункеров [8; 26].

2.7.2. Уставки (конкретные значения) производительности разгрузки для каждого из бункеров должны рассчитываться на определенный период эксплуатации, а при изменении условий работы: величины грузопотоков, параметров надежности и пропускной способности транспортных линий, количества бункеров в системе и т.д. - уставки необходимо пересчитывать заново.

Учитывая, что в транспортной системе соотношение вместимостей бункеров и входящих в них грузопотоков может быть различным, при

расчете уставки производительности разгрузки i -ого бункера принимается средняя величина его заполнения за время простоев подбункерной конвейерной линии, которая определяется как

$$\bar{E}_i = \frac{U_{\text{доп}} t_{\text{пр}}}{\gamma}, \quad (2.13)$$

где $U_{\text{доп}}$ - среднее значение грузопотока, поступающего в бункер из очистных и подготовительных забоев за оперативное время, т/мин;

$t_{\text{пр}}$ - средняя длительность простоя подбункерной конвейерной линии, величина которой, согласно статистическим данным, находится в пределах 25 ... 40 мин.

2.7.3. Выбор значений уставок должен исключать перегрузку конвейеров по приемной способности и технической производительности и обеспечивать эффективное использование всех бункеров. Для любого i -го бункера данной транспортной системы величина уставки находится по формуле

$$P_i = U_{\text{доп}i} + \frac{\bar{E}_i}{C^*}, \quad (2.14)$$

где P_i - искомая производительность разгрузки (величина уставки) бункера, т/мин; C^* - постоянный параметр для всех бункеров данной транспортной системы, характеризующий расчетное время разгрузки бункеров. Определяется на основании правила, изложенного в п.п. 2.7.6 и 2.7.7.

2.7.4. Если известна сменная добыча из каждого очистного забоя и количество угля, поступающего в течение смены из подготовительных забоев, то для каждого бункера значение

$U_{\text{доп}i}$, можно определить по формуле

$$U_{\text{доп}i} = \frac{\sum_{j=1}^n A_{\text{оч}j} + \sum_{k=1}^n A_{\text{п}k}}{T_{\text{см}} - t_{\text{пр}i}}, \quad (2.15)$$

где $\sum_{i=1}^n A_{0i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункер на очистных забоях в течение смены, т; $\sum_{i=1}^n A_{1i}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункер из подготовительных забоев в течение смены, т; $T_{см}$ - календарное время рабочей смены, мин; $t_{расс}$ - время регламентированных перерывов в течение смены, мин. Обычно учитывается время, необходимое для ежесменного осмотра и ремонта механизмов.

2.7.5. Для каждого конвейера рассчитывается по два значения C_j , соответственно исходя из его технической производительности A_{Tj} и приемной способности A_{Pj} :

$$C_j^T = \frac{L_{kj} \sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{E}_i + \sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{E}_i \cdot L_{gkj}}{L_j A_{Tj} - L_{kj} \sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{U}_{0pi} - \sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{U}_{0pi} L_{gkj}} \cdot \gamma; \quad (2.16)$$

$$C_j^P = \frac{\sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{E}_i + \sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{E}_i}{A_{Pj} - \sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{U}_{0pi} - \sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{U}_{0pi}} \cdot \gamma, \quad (2.17)$$

где L_{kj} - длина j -го конвейера, м; L_{gkj} - расстояние от k -го бункера до разгрузочного конца j -го конвейера; k_j - число бункеров, разгружающихся непосредственно на j -й конвейер; $k_j - 1$ - число бункеров, установленных в транспортной линии до j -го конвейера (считая по коду грузопотока); $\sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{E}_i$ - сумма средних величин заполнения бункеров за время простоев подбункерной конвейерной линии, установленных до j -го конвейера, м³; $\sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{E}_i$ - сумма средних величин заполнения бункеров за время простоев подбункерной конвейерной линии, разгружающихся непосредственно на j -ый конвейер, м³; $\sum_{i=1}^{k_j-1} \bar{U}_{0pi}$ - суммарный грузопоток, поступающий в бункеры до j -го конвейера, т/мин; $\sum_{i=k_j}^{k_j} \bar{U}_{0pi}$ -

суммарный грузопоток, поступающий в бункеры, расположенные непосредственно на j -ом конвейере, т/мин [26].

Далее производится анализ полученных значений C_j^T и C_j^P .

2.7.6. Если все расчетные значения $C_j > 0$, то все бункеры данной транспортной системы в рассматриваемый период эксплуатации будут иметь тенденцию к разгрузке. Это говорит о наличии резервов пропускной способности во всех элементах транспортной системы, о количественном соотношении которых можно судить по величинам C_j . Наименьший резерв будет иметь конвейер, у которого параметр C_j имеет максимальное значение. Обозначим его C^* . Дальнейший расчет уставок A_2 ведется исходя из выбранного C^* .

2.7.7. Если все или часть расчетных значений $C_j < 0$, то все или часть конвейеров транспортной системы задерживаются недостаточно и сдерживают работу забоев. В данном случае будет проявляться тенденция к периодическому переполнению бункеров. Чтобы в этом случае найти лучший вариант распределения уставок производительности питателей, необходимо из числа полученных отрицательных значений C_j выбрать минимальное по модулю.

2.7.8. В разветвленных конвейерных системах может быть не одно, а несколько сдерживающих звеньев (конвейеров). Причем, они могут находиться в участковых, промежуточных и главных сборных линиях. Выбор значений параметра C^* в таких случаях производится в следующей последовательности.

Из рассчитанных для всех конвейеров системы значений C_j в соответствии с установленным в п.п. 2.7.6 и 2.7.7 правилом принимается первое значение C^* , которое должно быть максимальным из всех C_j , если они положительные, и минимальным по модулю, если имеется хотя бы одно отрицательное значение C_j .

Вначале выясняют, где конкретно находится сдерживающее звено.

Если оно в одной из участковых линий, то по первому C^* рассчитываются уставки питателей только тех бункеров, которые примыкают к данной линии до сдерживающего звена. Затем выбирается следующее значение C^* и расчет уставок производится для бункеров, примыкающих уже к другому сдерживающему звену, за исключением тех бункеров, уставки для которых были определены ранее. И так далее, пока не будут определены уставки производительности питателей для всех бункеров.

2.7.9. Если в транспортной системе наряду с бункерами есть безбункерные пункты погрузки, то при расчете уставок производительности питателей необходимо для таких пунктов погрузки принимать не среднее, а максимальное значение поступающего грузопотока. Иными словами, для безбункерных пунктов погрузки в формулу (2.14) следует подставлять $E_i = 0$, $U_{грi} = U_{maxi}$. Весь остальной расчет ведется аналогично.

2.8. Выбор технологических параметров бункеров с помощью имитационной модели

2.8.1. В тех случаях, когда требуется определять технологические параметры шахтных бункеров в нетипичных ситуациях или с высокой точностью рекомендуется пользоваться имитационной цифровой моделью, которая благодаря высокому быстродействию ЭВМ, позволяет за короткое время "проиграть" различные ситуации и режимы работы и на основе полученной информации установить те или иные искомые параметры бункеров.

2.8.2. Модель обладает универсальностью, так как позволяет воспроизводить в цифровом виде работу любого реального бункера и устанавливать фактически все его необходимые технологические параметры и характеристики.

2.8.3. В зависимости от конкретной постановки задачи в качестве варьируемых параметров могут быть:

средние значения и характеристики неравномерности забойных грузопотоков, поступающих в бункер (единичных или сборных);

параметры надежности подбункерной транспортной линии и собственно бункера;

производительность и режим разгрузки бункера;

количество и величины контролируемых уровней заполнения и опорожнения емкости;

вместимость бункера.

2.8.4. модель позволяет имитировать работу бункера, последовательно или параллельно включенного в транспортную цепь. Сопрягаемые с бункером средства транспорта - конвейеры, локомотивная откатка, скиповый подъем.

2.8.5. К основным задачам, которые можно решать с помощью имитационной модели, относятся:

определение требуемой вместимости бункера различного функционального назначения при известных величине и характере поступающего в бункер грузопотока, режиме разгрузки емкости. При этом могут учитываться различные варианты управления бункером;

определение необходимой производительности разгрузки при заданных величине вместимости бункера и параметрах входного грузопотока;

определение оптимальных значений вместимости бункера и производительности выгрузки при заданных условиях эксплуатации;

определение необходимого уровня заполнения, разрешающего включение бункера на разгрузку, а также уровня опорожнения емкости после переполнения, разрешающего запуск механизмов загрузки бункера;

оценка влияния бункера на функциональную надежность транспортного маршрута и другие задачи.

При этом, если в транспортной цепи имеется несколько последовательно установленных бункеров, то это учитывается для данного бункера при определении параметров входного грузопотока и потока отказов-восстановлений подбункерной части транспортной линии.

2.8.6. Программа "Имитационная модель функционирования бункера" имеет идентификатор *FB4COM* и выполнена на языке ФОРТРАН-IV ЕС ЭВМ. Она имеет блочную структуру.

Программа позволяет имитировать работу четырех типов горных бункеров с различными режимами и способами загрузки и выгрузки.

Программа моделирует работу гипотетического аварийного бункера бесконечной вместимости, аварийного бункера конечной вместимости, гипотетического сглаживающего бункера бесконечной вместимости и сглаживающего бункера конечной вместимости.

Моделируется транспортировка угля из очистных забоев конвейерным и локомотивным транспортом. Транспортировка угля, выгружаемого из бункера, осуществляется конвейерным транспортом, скиповым подъемом или локомотивной откаткой.

В процессе моделирования работы бункеров всех четырех типов определяются следующие параметры:

- 1) число простоев питателя из-за опорожнения бункера;
- 2) суммарное время простоев из-за опорожнения бункеров;
- 3) число пиков загрузки бункеров;
- 4) максимальный пик загрузки бункеров.

При моделировании бункеров конечной вместимости фиксируются число и длительности простоев из-за переполнения бункера.

Кроме того, формируются файлы для хранения и последующего

анализа величин и длительностей пиков загрузки бункеров, длительностей простоя питателя после опорожнения бункера, длительностей простоя забоев из-за переполнения бункеров.

Анализ этих файлов производится подпрограммой *FBSTAT*, позволяющей получить следующие характеристики исследуемых величин:

число наблюдений, разбиение наблюдений на интервалы, относительные и накопленные частоты, среднееарифметическое, среднеквадратичное отклонение, коэффициент асимметрии, дисперсия, коэффициент эксцесса, достоверность, среднееарифметическая.

Кроме того, при анализе пиков загрузки гипотетических бункеров бесконечной вместимости определяется вероятность ликвидации простоя подбункерной транспортной системы бункерами различной емкости.

Программа *FB4COM* "Имитационная модель функционирования бункера" разработана КНИИИ и передана в ОФАП.

3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ БУНКЕРОВ

3.1. Рекомендации по выбору основных конструктивных параметров бункеров

3.1.1. Основными конструктивными параметрами горных бункеров являются: диаметр и высота для вертикальных бункеров круглого сечения, размеры сторон поперечного сечения, высота или длина для прямоугольных бункеров, углы наклона стенок днищ, размеры и количество выпускных отверстий.

3.1.2. Исходя из опыта эксплуатации и результатов исследований, рекомендуется при проектировании горных бункеров руководствоваться следующими соотношениями:

для вертикальных бункеров круглого сечения

$$2,0 \leq \frac{H_B}{D} \leq 6; \quad (3.1)$$

для вертикальных бункеров прямоугольного сечения при соотношении сторон от 1:1 до 1:2

$$1,0 \leq \frac{H_B}{F} \leq 1,5; \quad (3.2)$$

для наклонных бункеров

$$1,5 \leq \frac{L_M}{F} \leq 2,5; \quad (3.3)$$

где H_B - высота вертикального бункера, м; D - диаметр бункера, м; L_M - длина наклонного бункера, м; F - площадь поперечного сечения бункера, м².

3.1.3. Из условий сокращения числа типоразмеров и с учетом соотношений, приведенных в п. 3.1.2, рекомендуется вертикальные бункеры круглого сечения проектировать диаметром 4; 6 и 8,5 м; вертикальные бункеры прямоугольного сечения - с размерами сторон 2,5x2,5; 3,0x3,0; 3,5x3,5; 4,0x4,0 м; наклонные бункеры прямоугольного сечения - с размерами сторон 1,6 x 2,0; 2,0x2,0; 2x2,5; 2,0x3,5; 2,0x4,5 и 2,5x4,0 м. Геометрические размеры и вместимость бункеров без учета амортизирующего или герметизирующего слоя соответственно их типоразмерам приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

3.1.4. В тех случаях, когда устройство наклонного горного бункера определяется существующим расположением транспортных выработок и фактическая его длина превышает указанную в табл.3.2, то при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается увеличение длины и вместимости бункера в 1,5 - 2 раза по сравнению с табличными значениями.

При ограниченной вместимости одного бункера необходимая общая вместимость может быть обеспечена за счет группового применения бункеров.

Таблица 3.1

Параметры вертикальных бункеров круглого сечения

Диаметр бункера, м	Высота бункера, м	Вместимость бункера, м ³
4,0	8 - 26	100 - 300
6,0	10 - 36	300 - 1000
8,5	18 - 50	1000 - 2600

Таблица 3.2

Параметры вертикальных и наклонных бункеров прямоугольного сечения

Тип бункера	Размеры сторон сечения, м	Высота, наклонная длина бункера, м	Вместимость (полезная), м ³
Вертикальный	2,5 x 2,5	6 - 10	40 - 60
	3,0 x 3,0	9 - 14	80 - 120
	3,5 x 3,5	12 - 18	150 - 220
	4,0 x 4,0	16 - 24	250 - 380
Наклонный	1,6 x 2,0	5 - 8	15 - 25
	2,0 x 2,0	6 - 10	25 - 40
	2,0 x 2,5	7 - 12	45 - 70
	2,0 x 3,5	10 - 17	70 - 120
	2,0 x 4,5	13 - 22	120 - 200
	2,5 x 4,5	17 - 28	190 - 300

3.1.5. Для сообщения между камерами загрузки и разгрузки бункеры должны иметь по всей длине ходок для прохода людей, оборудо-

важный лестницами. При высоте вертикального бункера более 8 м допускается устройство отнесенной выработки для прохода людей.

На ходке в наклонный бункер через каждые 2,5 - 3,0 м рекомендуется устраивать смотровые окна для производства работ по устранению зависаний аккумулируемого материала.

3.1.6. Форма и размеры загрузочных камер горных бункеров должны определяться исходя из габаритов транспортного оборудования (приводных и натяжных станций конвейеров, перегружочных и загрузочных течек, опрокидывателей, разгрузочных кривых, локомотивов, вагонок и т.д.) и вспомогательного оборудования (грузоподъемных, аспирационных и вентиляционных устройств, лебедок и т.д.), а также из величин проходов и зазоров, обусловленных требованиями правил технической эксплуатации и безопасности работ.

3.1.7. Форма и размеры разгрузочных камер должны устанавливаться на основе габаритных размеров средств разгрузки бункеров, приемных конвейеров, подвижного состава, с учетом необходимых проходов для людей и монтажных зазоров, обусловленных требованиями правил безопасности и технической эксплуатации.

3.1.8. Углы наклона днищ вертикальных и наклонных бункеров должны быть не менее следующих значений:

при аккумулировании рядовых углей и крупной породы - 55-60°;

при аккумулировании мелкой породы и переувлажненных углей - 65 - 70°.

3.1.9. Размеры выпускных отверстий горных бункеров должны определяться расчетным путем с учетом кусковатости и физико-механических свойств аккумулируемого материала.

3.1.10. Ширину прямоугольного выпускного отверстия при аккумулировании рядовых углей и породы можно определять по формуле

$$A \geq \frac{2(1 + \sin \alpha)(L_0 - \alpha') K_p C_0}{(L_0 - \alpha') \gamma_g - 2(1 + \sin \alpha) K_p C_0} + \alpha', \quad (3.4)$$

где L_0 - длина выпускного отверстия, м; α - угол внутреннего трения сыпучего материала, град. Для рядовых углей и породы принимается равным соответственно 35-37° и 36-42°; α' - наибольший размер типичных кусков груза, м; K_p - коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2 + 1,5; γ - насыпная плотность материала, т/м³; C_0 - начальное сопротивление сдвигу сыпучего материала, величину которого при отсутствии фактических значений рекомендуется принимать при аккумулировании углей влажностью от 4 до 6 % и от 7 до 15 % соответственно равной 600 и 900 Па.

Значения A в соответствии с формулой (3.4) для C_0 в пределах от 500 до 1000 Па и $L_0 = 0,5 + 2$ м можно определять по графику (рис.3.1).

Полученная расчетная ширина выпускного отверстия должна быть проверена на проходимость кусков груза по формуле

$$A \geq (3 + 4) \alpha'. \quad (3.5)$$

3.1.11. При применении качающихся и вибрационных питателей выпускные отверстия горных бункеров рекомендуется принимать равными: 800 x 1000; 1000 x 1250 и 1250 x 1500 мм. Располагать их надо как можно ближе к одной из вертикальных стенок бункера. При этом расстояние между осью бункера и осью выпускного отверстия принимается равным от 500 до $\frac{A - L_0}{2}$ мм (где A - диаметр бункера, мм и L_0 - длина выпускного отверстия, мм).

3.1.12. Количество выпускных отверстий горного бункера рекомендуется определять по формуле

$$n_{amb} = \frac{K_p \cdot P}{Q_0}, \quad (3.6)$$

где n_{amb} - количество выпускных отверстий; P - требуемая производительность разгрузки бункера, м³/мин; Q_0 - пропускная способность одного выпускного отверстия, м³/мин; K_p - коэффициент резерва, $K_p = 1,1 - 1,2$.

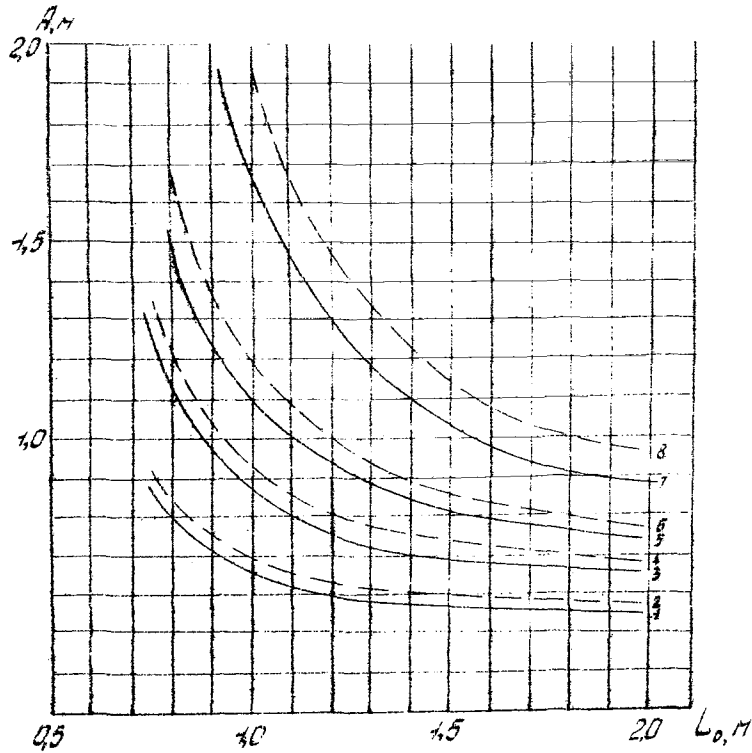


Рис. 3.1. Графики взаимосвязи между L_0 и A :

1 -	при $\tau_0 = 500$ Па	$\varphi = 35^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
2 -	$\tau_0 = 500$ Па	$\varphi = 40^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
3 -	$\tau_0 = 650$ Па	$\varphi = 35^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
4 -	$\tau_0 = 650$ Па	$\varphi = 40^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
5 -	$\tau_0 = 800$ Па	$\varphi = 35^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
6 -	$\tau_0 = 800$ Па	$\varphi = 40^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
7 -	$\tau_0 = 1000$ Па	$\varphi = 35^\circ$;	$K_0' = 1,5$;
8 -	$\tau_0 = 1000$ Па	$\varphi = 40^\circ$;	$K_0' = 1,5$;

Требуемая производительность разгрузки бункера устанавливается в процессе расчета транспортной системы, в которой устанавливается бункер.

Пропускная способность выпускного отверстия определяется в зависимости от соотношения между гидравлическим R_B и критическим $R_{кр}$ радиусами истечения материала по следующим формулам:

при $R_B \geq R_{кр}$

$$Q_0 = 3600 F_0 \lambda \sqrt{2g(1,6R_B - \frac{\tau_0}{f \cdot g})}, \quad (3.7)$$

при $R_B \leq R_{кр}$

$$Q_0 = 3600 F_0 \lambda \sqrt{2g(2 + R_B - \frac{3,4\tau_0}{f \cdot g})}, \quad (3.8)$$

где λ - коэффициент истечения, значение которого для рядовых углей принимается равным 0,2 + 0,3 и 0,25 + 0,40 для породы;

f - коэффициент внутреннего трения сыпучего материала ($f = \tan \varphi$); F_0 - площадь отверстия истечения, м² определяемая по формуле:

$$F_0 = (A - \alpha') / (L_0 - \alpha') K_3, \quad (3.9)$$

где K_3 - коэффициент снижения площади отверстия истечения при установке питателей, $K_3 = 0,75 + 0,85$.

Значения $R_{кр}$ и R_B рассчитываются по формулам:

$$R_{кр} = \frac{\tau_0}{f \cdot g \cdot m} + \frac{\alpha'}{2} \quad (3.10)$$

$$R_B = \frac{(A - \alpha')(L_0 - \alpha')}{2(A + L_0 - 2\alpha')}, \quad (3.11)$$

где m - коэффициент подвижности материала,

$$m = \frac{1 - 8/124}{1 + 8/124} \quad (3.12)$$

Пропускная способность выпускных отверстий, рекомендуемых и применяемых (п.3.1.11) в подвешенных бункерах, приведена в табл.3.3.

Таблица 3.3

Пропускная способность выпускных отверстий

Размеры створки выпускного отверстия, мм	Эффективная площадь отверстия по течению, м ²	Радиусы истечения, м			Пропускная способность Q ₀ , м ³ /ч
		R ₀	R ₀ при V ₀ = 700	R ₀ при V ₀ = 1000	
800 x 1000	0,25	1,37	0,35	0,45	200
1000 x 1250	0,53	0,20	0,35	0,45	900
1250 x 1500	0,91	0,26	0,35	0,45	1900

3.1.13. Внутренние углы в местах сопряжения стен бункера с днищем и днища с кромками выпускного отверстия должны быть закруглены соответственно радиусом не менее 100 и 300 мм, [10].

3.1.14. В бункерах с двумя выпускными отверстиями расстояние между их осями подсчитывается по формулам:

при выгрузке сыпучего материала на один конвейер (рис.3.2, а, б)

$$L_0 = C_n + B_{лт}, \quad (3.13)$$

где C_n - зазор между питателями, принимается согласно Правилам безопасности, не менее 0,4 м; $B_{лт}$ - габаритная ширина питателя, м;

при выгрузке сыпучего материала на два конвейера (рис.3.2, в)

$$L_0 = C_n + B_{лт}, \text{ при } B_{лт} > B_{кл} \quad (3.14)$$

$$L_0 = C_n + B_{кл}, \text{ при } B_{лт} < B_{кл}, \quad (3.15)$$

где $B_{кл}$ - габаритная ширина подбункерного конвейера, м.

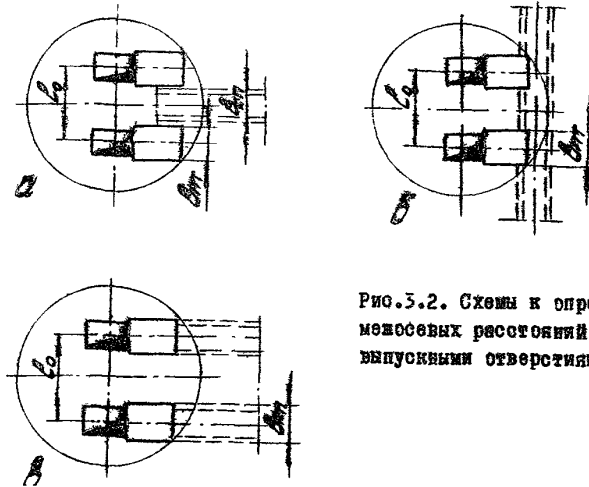


Рис.3.2. Схемы к определению межосевых расстояний между выпускными отверстиями

3.2. Определение геометрического объема и вместимости горных бункеров

3.2.1. Полный (геометрический) объем горного бункера определяется суммированием объемов его отдельных частей.

3.2.2. Вместимость (полезный объем) горного бункера определяется с учетом возможного фактического заполнения сыпучим материалом.

3.2.3. Коэффициент использования геометрического объема (отношение полезного к полному геометрическому объему) зависит от числа и мест расположения точек загрузки бункера и угла естественного откоса аккумулируемого материала.

Таблица 3.4

Формулы для определения геометрических объемов и вместимости вертикальных бункеров

Схема бункера	Формулы
1	2
Бункеры прямоугольного сечения	
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = h_1 m l + \frac{h_2}{3} (m l + m^2 \alpha) (1 + \cos 2\alpha)$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} m l h_{2 \max}$
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = h_1 m l + \frac{h_2}{2} l m (2\alpha + \alpha_1) \frac{b_1 c}{b}$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} m l h_{2 \max}$
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = h_1 m l + \frac{h_2}{3} (m l + (m + \alpha) (m l + \alpha l)) + \alpha l^2$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} m l h_{2 \max}$

Продолжение табл. 3.4

1	2
Бункеры круглого сечения	
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = \pi R^2 h_1 - \frac{R^2 \alpha}{2} h_2 (R - \frac{R}{2}) - \frac{2 h_2 R^3}{3} (\sin^3 \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2} - \frac{1}{3} \cos^3 \alpha)$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} \pi R^2 h_{2 \max}$
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = \pi R^2 h_1 + \frac{1}{3} (2\alpha - \alpha_1) b_1 h_2 \frac{\alpha + \alpha_1}{2} + (R - \frac{b_1}{2}) \frac{2 h_2 R^3}{3} (\sin^3 \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2} - \frac{1}{3} \cos^3 \alpha)$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} \pi R^2 h_{2 \max}$
	<p>Геометрический объем</p> $V_r = \pi R^2 h_1 + \frac{1}{3} (2\alpha + \alpha_1) b_1 h_2 - \frac{2 h_2 R^3}{3} (\sin^3 \alpha - \frac{\sin^2 \alpha}{2} - \frac{1}{3} \cos^3 \alpha)$ <p>Вместимость</p> $V_B = V_r - \frac{2}{3} \pi R^2 h_{2 \max}$

Выбор геометрических параметров бункеров и схемы их загрузки необходимо производить так, чтобы коэффициент использования геометрического объема был не ниже $0,9 + 0,95$. Нижнее значение допускается для бункеров относительно небольшой вместимости-150-200 м³.

Если по условиям эксплуатации требуется оставлять в нижней части бункера герметизирующий или амортизирующий слой аккумуляруемого материала, то технологически полезный объем бункера определяется за вычетом объема этого слоя.

3.2.4. Формулы для расчета значений геометрического и полезного объемов вертикальных бункеров приведены в табл. 3.4.

Расчетные величины этих объемов для рекомендуемых типоразмеров горных бункеров даны в таблицах 3.5 и 3.6.

3.3. Выбор и расчет крепи горных бункеров

3.3.1. Крепь горных бункеров должна удовлетворять техническим, производственным и экономическим требованиям.

Технические требования обеспечиваются путем выбора крепи, обладающей способностью сопротивляться действующим нагрузкам не разрушаясь и не получая практически значимых остаточных деформаций.

Производственные требования обеспечиваются выбором такого типа, формы и размера крепи, при которых возможна механизация её возведения и выполнение бункером функций.

Экономические требования предусматривают выбор крепи минимально возможной стоимости, обеспечение минимальных затрат на её возведение, поддержание и ремонт.

3.3.2. Крепь горных бункеров должна быть постоянной, прочной, надежной и долговечной, иметь гладкую поверхность, обладать требуемыми гидроизоляционными свойствами.

Таблица 3.5

Геометрический объем и вместимость вертикальных бункеров круглого сечения

Основные размеры бункера, м	высота	Объем бункера, м ³				Коэффициент использования полезного объема при количестве выпускных отверстий	
		Геометрический		вместимость			
		одно	два	одно	два	одно	два
1	2	3	4	5	6	7	8
4,0	8	84	87	72	77	0,86	0,88
	10	110	113	98	103	0,89	0,90
	12	135	137	123	127	0,91	0,93
	14	160	163	148	153	0,92	0,94
	16	186	189	174	179	0,93	0,94
	18	210	213	198	203	0,94	0,95
	20	236	239	224	229	0,94	0,96
6,0	22	262	265	250	255	0,95	0,96
	24	284	287	272	277	0,95	0,97
	26	312	315	304	305	0,95	0,97
	10	240	248	200	200	0,84	0,84
	12	295	305	255	265	0,86	0,87
	14	353	364	313	324	0,89	0,89
	16	410	416	370	376	0,90	0,90
	18	470	476	430	436	0,91	0,91
	20	520	530	480	490	0,92	0,92
	22	580	588	540	548	0,93	0,93
24	638	645	600	605	0,94	0,94	
26	690	700	650	660	0,94	0,94	
28	750	760	710	720	0,94	0,94	
30	763	820	723	780	0,95	0,95	
32	868	875	828	835	0,96	0,95	
34	928	935	888	895	0,96	0,95	
36	963	1000	953	960	0,97	0,96	
18	910	920	800	810	0,88	0,88	
20	1020	1030	910	920	0,89	0,89	

Продолжение табл.3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
8,5	25	1300	1320	1200	1210	0,91	0,92
	30	1590	1600	1480	1490	0,93	0,93
	40	2170	2180	2060	2070	0,94	0,95
	50	2730	2740	2620	2630	0,96	0,96

Таблица 3.6

Геометрический объем и вместимость вертикальных бункеров прямоугольного сечения

Основные размеры поперечного сечения бункера, м	Высота бункера, м	Объем бункера, м ³		Коэффициент использования полного объема
		геометрический	вместимость	
2,5 x 2,5	6	33,3	29,7	0,89
	8	45,9	42,3	0,94
	10	58,4	54,8	0,94
3,0 x 3,0	9	73,0	66,7	0,92
	10	82,0	75,7	0,93
	12	100,0	93,8	0,93
	14	115,2	108,8	0,94
4,0 x 4,0	16	246,8	229,8	0,93
	18	310,8	293,8	0,95
	20	310,8	293,8	0,95
	22	342,8	325,8	0,95
	24	374,8	357,8	0,95

3.3.3. Крепь горных бункеров рекомендуется выполнять из монолитного бетона, железобетона, сборного железобетона, бетонолитов, металлбетона (металлической крепи или металлической банки в бетоне) в зависимости от ожидаемой величины горного давления, харак-

теристик пород и сроков службы бункеров.

В тех случаях, когда при сооружении горных бункеров в породах крепостью $f_k = 6 - 12$ и более по шкале проф. Протодаконова горное давление не разрушает стенки бункера, допускается крепить сплошной крепью только устье и выпускную воронкообразную часть бункера. Остальные участки бункера можно крепить несплошной крепью или анкерами.

Бункеры относительно небольшой вместимости (до 100 - 150 м³) со сроком службы до двух лет допускается крепить сплошными деревянными рамами с обшивкой листовым железом. При склонности аккумуляруемых углей к самовозгоранию рекомендуется для рамной крепи применять дерево, пропитанное антипирогенными веществами.

3.3.4. Расчет крепи стен бункеров должен производиться на основе схемы контактного взаимодействия крепи с массивом горных пород в соответствии с указаниями СНиП II-94-82 и с учетом формы и размеров поперечного сечения бункера и конструкции крепи, деформационных характеристик пород и материала крепи ($\epsilon_{бу}$ - модуль деформации, МПа и коэффициент Пуассона - $\mu_{бу}$), прочностных характеристик материала крепи, фильтрационных характеристик материала пород и крепи, характера контакта крепи с массивом горных пород (забутовка, цементация и др.), наличия и характеристик зон ослабления или упрочнения пород вокруг бункера, величин постоянных и временных нагрузок.

3.3.5. Крепь горных бункеров должна возводиться так, чтобы обеспечивался её достаточно прочный контакт с вмещающими породами.

При наличии значительных зон ослабленного контакта рекомендуется применять дополнительное анкерное крепление в комбинации с основным.

В комбинированной крепи длину анкеров L_a следует принимать

равной не менее 2 м; расстояние между анкерами 0,7 σ_a . При соответствующем обосновании допускается изменять длину анкеров и расстояние между ними.

3.3.6. Бункеры большой вместимости (более 500 м³), сооружаемые в породах крепостью менее I,5, рекомендуется проектировать с опорными венцами, на один из которых стены бункера опираются нижней частью.

3.3.7. Данные о механических свойствах пород и деформационных характеристиках бетона и арматурной стали приведены в таблицах 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7
Показатели механических свойств пород [23]

Глубина залегания, м	Угольный бассейн	Породы	Показатели		
			$\sigma_{сж}$, МПа	μ	$E_{упр} \cdot 10^{-4}$, МПа
600-1300	Донецкий	Песчаники	60-140	-	2,5-6,9
		Алевролиты	25-100	0,24-0,41	1,4-5,0
		Аргиллиты	10-60	0,29-0,42	0,5-3,8
600-1000	Донецкий (центр. район)	"	90-180	0,16-0,25	3,2-6,0
		"	60-90	0,16-0,21	2,2-4,5
		"	30-70	0,18-0,50	0,6-4,5
600-1200	Печорский	"	70-180	0,20-0,30	2,5-5,3
		"	50-100	0,16-0,28	2,0-3,5
		"	25-80	0,15-0,30	0,7-2,5
300-800	Карагандинский	"	20-100	0,26-0,30	0,4-3,5
		"	15-70	-	0,4-2,0
		"	8-40	-	1,0-2,0
300-600	Кузнецкий	"	50-160	0,15-0,25	2,0-4,5
		"	20-110	0,25-0,40	1,8-2,7
		"	10-50	0,20-0,35	1,4-2,5

Таблица 3.8

Деформационные характеристики материала крепи

Материал	Марка	$E_{упр} \cdot 10^{-4}$, МПа	μ
Бетон	M150	21	0,2
	M200	24	
	M250	25,6	
	M300	29	
	M350	31	
	M400	33	
Арматурная сталь	СТ3	210	0,3
	ВСТ 3	"	
	ВСТ 5	"	
Прокатная сталь	Все марки	210	0,3

При отсутствии числовых данных величина модуля деформации может быть подсчитана по формулам:

$$\text{для песчаников } E_{упр} = 226 \sigma_{сж} + 1,22 \cdot 10^4; \quad (3.16)$$

$$\text{для алевролитов } E_{упр} = 245 \sigma_{сж} + 1,24 \cdot 10^4; \quad (3.17)$$

для аргиллитов по нормали к напластованию

$$E_{упр} = 242 \sigma_{сж} + 0,16 \cdot 10^4; \quad (3.18)$$

для аргиллитов по напластованию

$$E_{упр} = 585 \sigma_{сж} + 0,95 \cdot 10^4; \quad (3.19)$$

для гранитов, диабазов, габбро и т.п.

$$E_{упр} = 470 \sigma_{сж} - 3 \cdot 10^4 \quad (3.20)$$

3.3.8. Расчет параметров крепи стѐн горных бункеров производится на нагрузки, обусловленные действием горного давления в соответствии с указаниями СНиП II-94-82 [25].

3.3.9. Расчет параметров крепи дна, элементов спиральных

спусков и их опорных конструкций, а также затворов и питателей производится на нагрузки от массы сыпучего материала и собственной массы конструкций.

3.3.10. При определении расчетных усилий на днища бункеров затворы и питатели необходимо учитывать, кроме основных нормативных нагрузок, дополнительные (местные) давления сыпучего материала возникающие при разгрузке бункеров, при обрушении сводов и работе пневматических систем обрушения. Эти нагрузки учитываются введением поправочного коэффициента, определяемого по формуле

$$\alpha_g = 0,7 + 0,3 \frac{y}{d}, \quad (3.21)$$

где y - расстояние от поверхности сыпучего материала до рассматриваемого сечения, м.

3.3.11. Основные нормативные давления сыпучих материалов на стены, днища, элементы конструкций спиральных спусков, питателей и затворов определяются по формулам [6]

$$P_r^H = \frac{\sigma R_r}{f_1} \left(1 - e^{-\frac{\pi f_1 y}{R_r}} \right); \quad (3.22)$$

$$P_g^H = \frac{\sigma R_r}{\pi f_1} \left(1 - e^{-\frac{\pi f_1 y}{R_r}} \right); \quad (3.23)$$

где R_r - гидравлический радиус поперечного сечения бункера, м $R_r = \frac{4T_B}{\pi}$; T_B - периметр бункера, м; F - площадь сечения бункера, м²; f_1 - коэффициент трения сыпучего материала о стенки бункера; πf - коэффициент бокового давления. Величина коэффициента πf может быть приближенно определена по графику (рис.3.3) или более точно по формуле

$$\pi f = \frac{f}{1 + 2 \frac{d}{b} + \sqrt{1 + \frac{d}{b} (f + \sqrt{f^2 - f_1^2})}}, \quad (3.24)$$

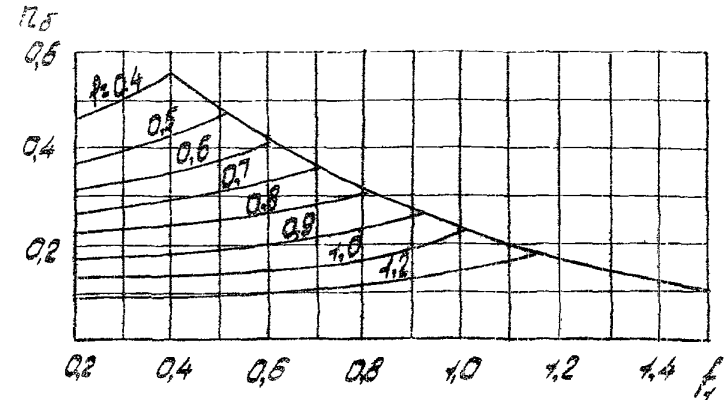


Рис.3.3. Зависимость коэффициента бокового давления от коэффициента внешнего трения

3.3.12. Элементы конструкций наклонных стенок бункеров рекомендуется рассчитывать по нормативному удельному давлению, определяемому по формуле

$$P_d^H = P_g^H (\cos^2 \alpha_g + \pi f \sin^2 \alpha_g), \quad (3.25)$$

где α_g - угол наклона поверхности днища бункера к горизонту, град.

3.3.13. Расчет элементов крепления питателей производится на основе удельных нагрузок, определяемых по формулам, приведенным в п.3.3.11, и с учетом их массы.

3.3.14. При проектировании опорных конструкций внешних спиральных спусков, кроме нагрузок от давления материала, расположенного над спиральным спуском, необходимо учитывать нагрузки от собственной массы конструкции спирального спуска.

3.3.15. Расчет конструкций спиральных спусков для бункеров высотой до 10 м рекомендуется производить по максимально действующим

дей вертикальной нагрузке. В бункерах высотой более 10 м расчет спиральных спусков производится дифференцированно по отдельным участкам.

3.3.16. Площадь поверхности участка периферийного спирального спуска, расположенного выше рассматриваемого сечения, определяется по формуле

$$F_{\text{ис}} = B_{\text{сп}} L_c, \quad (3.26)$$

где $B_{\text{сп}}$ - ширина желоба спирального спуска, м; L_c - длина спирального спуска, от его начала до рассматриваемого сечения, м,

$$L_c = \frac{2\pi n_s R_{\text{сп}}}{\cos \alpha_c}, \quad (3.27)$$

где n_s - число шагов спирали, расположенной выше рассматриваемого сечения; $R_{\text{сп}}$ - средний радиус спирального спуска, м; α_c - угол подъема спирали, град.

$$n_s = \frac{h_y}{\xi_s}, \quad (3.28)$$

где h_y - высота участка спирального спуска над рассматриваемым сечением, м; ξ_s - шаг спирали, м.

3.4. Выбор средств разгрузки горных бункеров

3.4.1. Средства разгрузки бункеров должны обеспечивать равномерную выгрузку материала с требуемой производительностью и режимом.

3.4.2. Горные бункеры рекомендуется оборудовать:

вибрационными питателями с плавным регулированием производительности выгрузки;

питателями конвейерного типа с регулируемым приводом;

качающимися питателями типа ПКЛ для углей с объемной массой

до 1,2 т/м³ и типа ПКТ для пород объемной массой до 2,6 т/м³.

3.4.3. Технические характеристики питателей во взрывобезопасном исполнении приведены в таблицах 3.9, 3.10 и 3.11.

Таблица 3.9

Технические характеристики качающихся питателей типа ПКЛ (ОСТ 24.088.02-83)

Показатели	ПКЛ-80	ПКЛ-8	ПКЛ-10	ПКЛ-12
Максимальная производительность, м ³ /ч	200	300	400	600
Ход лотка в пределах, мм	0-300	0-300	0-300	0-300
Число двойных ходов лотка в минуту	80	80	80	80
Размеры лотка, мм:				
ширина	800	800	1000	1300
длина	1400	1800	2020	2430
Размеры загрузочного отверстия, мм:				
ширина	750	750	1000	1250
длина	750	750	1250	1500
Наибольший размер кусков материала, мм:	400	400	500	625
Габаритные размеры, мм:				
длина	2825	3375	3785	4160
ширина	1050	1250	1565	1900
высота с воронкой	1065	1345	1420	1600
высота без воронки	805	1085	1140	1325
Мощность электродвигателя, кВт	3,0	5,5	7,5	15
Масса питателя, кг:				
с воронкой	858	1236	1700	2260
без воронки	783	1151	1590	2020

Таблица 3.10

Технические характеристики качающихся питателей
типа ПКТ (Ост 24.088.02-83)

Показатели	ПКТ-5	ПКТ-10	ПКТ-12	ПКТ-14
Максимальная производительность, м ³ /ч	70	240	320	430
Ход лотка в пределах, мм	0-176	0-185	0-135	0-280
Число двойных ходов лотка в минуту	65	65	65	65
Размеры лотка, мм:				
ширина	500	1000	1250	1400
длина	1060	1900	2240	2650
Размеры загрузочного отверстия, мм:				
ширина	500	1000	1250	1348
длина	800	1200	1200	1650
Наибольший размер кусков материала, мм	300	400	500	700
Габаритные размеры:				
длина	2600	4000	4300	5100
ширина	1000	1800	2200	2500
высота с воронкой	1300	1900	2000	2100
высота без воронки	1000	1600	1800	1800
Мощность электродвигателя, кВт	4	15	18,5	30
Масса питателя, кг:				
с воронкой	1480	3245	3900	6605
без воронки				

Таблица 3.11

Технические характеристики вибрационных питателей

Параметры	Питатели			
	ПЭВ 9А	ПЭВ 12А	ПЭВ 15А	ПЭВ 19А
Производительность, м ³ /ч	90	150	250	500
Максимальная крупность кусков материала, мм	310	400	500	700
Двойная амплитуда колебаний лотка, мм	1,6	1,8	1,5	1,8
Вибратор, тип	ЭП76А	ЭП4	ЭП76А	ЭП4
Число вибраторов	1	1	2	2
Мощность, кВт	2	4	2 x 2	2 x 4
Расположение вибраторов	верхнее нижнее	верхнее нижнее	нижнее	нижнее
Расстояние между вибраторами, мм	-	-	650	800
Основные размеры, мм:				
длина	3950 3510	3690 4090	3620	4250
ширина	1200	1500	2310	2780
высота	1630 1340	1900 1625	1240	1970
Масса, кг	1780	3475	3502	6700

3.4.4. Качающиеся питатели просты по конструкции, надежны в работе, имеют относительно небольшие габаритные размеры, поэтому их рекомендуется применять для всех типов горных бункеров с выпускными отверстиями, в тех случаях, когда не требуется в течение длительных периодов времени изменять производительность выгрузки при любой допустимой в подземных условиях влажности и невысокой абразивности аккумулируемого материала.

3.4.5. Вибрационные питатели обеспечивают плавное регулирование производительности выгрузки, просты в управлении, имеют неболь-

шие габаритные размеры, в связи с чем их рекомендуется применять для всех типов горных бункеров в тех случаях, когда требуется регулировать производительность выгрузки при влажности материала не более 10 %.

Таблица 3.12

Технические характеристики пластинчатых питателей (ГОСТ 7424-77)

Параметры	Питатели			
	ПД-6	ПД-8	ПД-10	ПД-12
Производительность, м ³ /ч	80-330	125-500	180-720	275-1100
Максимальная крупность кусков материала, мм	300	350	400	500
Ширина полотна, мм	650	800	1000	1200
Скорость движения полотна, м/с	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4	0,1-0,4
Мощность установленного электродвигателя, кВт	От 3 до 17	От 3 до 22	От 3 до 30	От 3 до 40
Осязные размеры, мм:				
длина	16810	16910	16920	17120
ширина	2665	2885	3162	3571
высота	1742	2065	2165	2365
Масса, кг	7955	8760	10950	12200

3.4.6. Конвейерные питатели различных типов рекомендуется использовать в тех случаях, когда требуется обеспечить высокоточную дозировку поступления материала из бункера и плавное регулирование производительности выгрузки, в том числе при транспортировании материалов высокой абразивности и повышенной влажности.

3.4.7. Производительность питателей при настройке режима на определенный период эксплуатации можно рассчитать по следующим формулам:

для качающихся питателей

$$Q_{к.п} = 60 \text{Сл} \cdot \text{Чр.к} \cdot \text{Вл} \cdot \text{Ксл}, \quad (3.29)$$

где Сл - амплитуда качаний лотка, м; Чр.к - число рабочих ходов лотка в минуту; Вл - ширина лотка питателя, м; Ксл - высота слоя материала на разгрузочном конце лотка, м;

для вибрационных питателей

$$Q_{в.п} = 60 \text{Ск} \cdot \text{Чр.к} \cdot \text{Вл} \cdot \text{Ксл}, \quad (3.30)$$

где Ск - амплитуда колебаний, м; Чр.к - частота колебаний лотка в минуту;

для конвейерных питателей

$$Q_{к.п} = 3600 \text{Чк} \cdot \text{Вл} \cdot \text{Ксл}, \quad (3.31)$$

где Чк - скорость движения конвейерного полотна, м/с

3.5. Выбор средств для снижения ударных нагрузок и степени переизмельчения аккумулируемого материала в бункере. Расчет параметров спиральных спусков.

3.5.1. Горные бункеры, предназначенные для аккумулирования углей и при превышении загрузочной камеры над разгрузочной более 5 м рекомендуется оборудовать средствами для снижения ударных нагрузок и переизмельчения (спиральными и каскадными спусками, углеспускными трубами, тормозными устройствами из отрезков цепей и рельсов и т.д.).

В вертикальных конических бункерах и бункерах, предназначенных для аккумулирования породы, средства борьбы с переизмельчением аккумулируемого материала не предусматриваются.

Средствами борьбы с переизмельчением угля не рекомендуется

оборудовать бункеры, аккумулирующие рядовые угли, содержащие более 80 % мелких классов (13-0 мм).

3.5.2. Спиральные спуски являются основными средствами снижения переизмельчения угля и ими рекомендуется оборудовать вертикальные бункеры. Каскадные спуски можно применять следующим образом в вертикальных бункерах прямоугольного сечения. Угледпускные трубы рекомендуется использовать как в круглых, так и прямоугольных бункерах при транспортировании рядового угля невысокой влажности.

В породных бункерах для снижения ударных нагрузок кусков материала в днище рекомендуется оставлять амортизационную "подушку" из аккумулируемой породы.

3.5.3. Предпочтительно оборудовать бункеры периферийными спиральными спусками с полукруглой и трапециевидной формой сечения желоба, встроенными в стены бункера, которые более надежны и долговечны [28].

Центральные спиральные угледпуски могут быть рекомендованы для бункеров высотой до 20 м.

3.5.4. Конструктивные параметры: угол подъема спирали α_c , угол наклона образующей желоба β_c , шаг спирали t_s и ширина желоба $B_{сп}$, (рис.3.4) для спиральных угледпусков всех типов должны определяться расчетным путем с учетом характеристик аккумулируемого груза.

3.5.5. Для расчета конструктивных параметров спиральных спусков необходимо знать диаметр бункера, средний радиус спирального спуска, размеры преобладающих кусков материала, скорость движения материала и величину коэффициента трения материала о поверхность желоба спирального спуска.

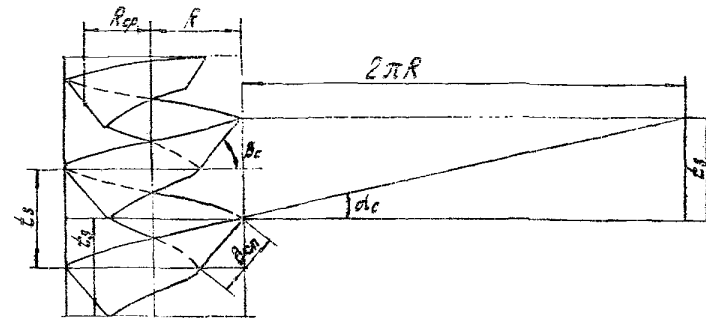


Рис.3.4. К расчету конструктивных параметров спиральных спусков

3.5.6. Из условия минимального измельчения угля и с целью уменьшения износа спирального спуска, скорость движения материала по ложу должна превышать 4-5 м/с.

3.5.7. Угол β_c наклона образующей спирального спуска определяется по заданной скорости V_H движения материала, исходя из условия отсутствия его бокового схода по формуле [22]:

$$\beta_c = \alpha_c \operatorname{ctg} \alpha_c \frac{V_H^2}{g R_{cp}}, \quad (3.32)$$

где R_{cp} - средний радиус спирального спуска, м; g - ускорение силы тяжести, м/с².

3.5.8. Угол подъема α_c спирали рассчитывается по формуле [22]

$$\alpha_c = \alpha_c \operatorname{ctg} \alpha_c \sqrt{f_c^2 + 4 \sqrt{(1 + f_c^2)^2 + 4 f_c^2 t_{sp}^2} \beta_c}, \quad (3.33)$$

где f_c - коэффициент трения спущеного материала о поверхность желоба спирального спуска, значения которого для некоторых углей и материалов приведены в табл. 22 [11].

Таблица 3.13

Коэффициенты трения угла о поверхность
спиральных спусков

Материал по-верхности спирального спуска	Значения коэффициента трения						
	внутри при влажности от 1,9-2,1%	4,5%	7,0%	12%	каменный уголь	бурый уголь	порода
Сталь	0,43	0,71	0,94	1,13	0,26-0,37	0,4-0,5	0,43-0,75
Бетон	0,60	0,72	0,77	0,82	0,38-0,69	0,67-0,77	-
Плитки каменного литья	0,49	0,75	0,92	1,13	-	-	-

3.5.9. Шаг спирали t_s устанавливается на основе значений R_{sp} и d_0 по формуле

$$t_s = 2,5 R_{sp} t_g d_0 \quad (3.34)$$

3.5.10. Ширину желоба спирального спуска рекомендуется определять, исходя из максимально возможной величины входного грузопотока (U_{max} , т/ч), скорости движения материала по желобу и коэффициента резерва пропускной способности спирального спуска ($K_{rc} = 1,25 - 1,5$) по следующим приближенным формулам:

при трапециевидной форме поперечного сечения желоба (рис.3.5)

$$B_{sp} = \sqrt{\frac{U_{max} \cdot K_{rc}}{576 \cdot V_{sp} (\rho + \rho')^2 \beta_1}} \quad (3.35)$$

где

$$\rho' = 0,5 \rho,$$

$$\beta_1 = 90^\circ - (\beta_0 + \rho);$$

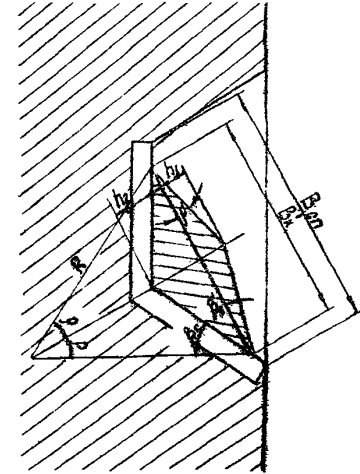


Рис.3.5. Трапециевидное сечение спирального спуска

при полукруглой форме поперечного сечения желоба (рис.3.6)

$$B_{sp} = 2,5 \rho \sqrt{\frac{U_{max} \cdot K_{rc}}{576 V_{sp} (\beta_1 / \rho - \sin \beta_1 + \sin \beta_1' + \rho)^2}} \quad (3.36)$$

где β_1' - центральный угол сегмента в сечении материала, расположенного на желобе, град. $\beta_1' = 110-120^\circ$.

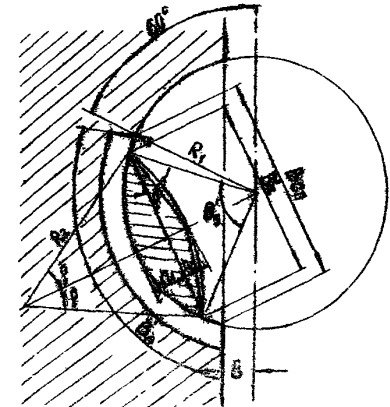


Рис.3.6. Полукруглое сечение спирального спуска

3.5.11. Рассчитанные по формулам (3.34), (3.35) значения ширины желоба должны быть проверены по условию

$$B_{\text{н}} \geq (2-3) a' + 200 \quad (3.37)$$

3.5.12. Высота желоба спирального спуска h_c принимается в пределах

$$0,4 B_{\text{сн}} \leq h_c \leq 0,8 B_{\text{сн}} \quad (3.38)$$

Спиральный спуск должен иметь в передней части разгонный участок, скорость движения материала в конце которого должна быть на 5 + 10 % выше принятого значения U_M .

3.5.13. Пропускная способность спирального спуска определяется зависимостью

$$Q_c = 3500 F_c \cdot U_M, \quad (3.39)$$

где F_c - площадь поперечного сечения движущегося материала в желобе спирального спуска, м².

При трапециевидной форме поперечного сечения желоба

$$F_c = 0,16 B_{\text{сн}}^2 (\operatorname{tg} \rho' + \operatorname{tg} \beta_1) \quad (3.40)$$

При полукруглой форме поперечного сечения желоба

$$F_c = R_1^2 \left[\frac{\pi \beta_1}{180} - \sin \beta_1 + \sin^2 \left(\frac{\beta_1}{2} \right) \operatorname{tg} \rho' \right], \quad (3.41)$$

где R_1 - радиус образующей спирального спуска, м

$$R_1 = \sqrt{\frac{U_{\text{max}} \cdot K_{\text{p.c}}}{3500 U_M \left[\frac{\pi \beta_1}{180} - \sin \beta_1 + \sin^2 \left(\frac{\beta_1}{2} \right) \operatorname{tg} \rho' \right]}} \quad (3.42)$$

3.5.14. Расчетные значения параметров спиральных спусков для рекомендуемых диаметров (4; 6; 8,5 м) вертикальных бункеров приведены в табл. 3.14.

Таблица 3.14

Расчетные параметры спиральных спусков

Диаметр бункера, м	Средний радиус спирального спуска, м	Угол наклона образующей, град	Угол подъема спирали, град	Коэффициент трения груза о поверхность спуска	Шаг спирали, м
1	2	3	4	5	6
4,0	2,25	35°	При $U_M = 4$ м/с		
			30°	0,5	8,36
			35°	0,6	9,9
			39°	0,7	11,41
			41°	0,8	12,4
			45°	0,9	14,07
6,0	3,25	26°	29°	0,5	11,19
			33°	0,6	13,34
			37°	0,7	15,45
			40°	0,8	17,53
			44°	0,9	19,62
			47°	1,0	21,68
8,5	4,5	19°	28°	0,5	14,91
			32°	0,6	17,81
			36°	0,7	20,71
			39°	0,8	23,20
			43°	0,9	26,43
			46°	1,0	29,25

Продолжение табл.3.14

1	2	3	4	5	6
4,0	2,25	48°	При $v_{нр} = 5$ м/с		
			34°	0,5	9,71
			38°	0,6	11,36
			42°	0,7	12,94
			45°	0,8	14,48
			48°	0,9	16,01
6,0	3,25	38°	31°	0,5	13,34
			35°	0,6	14,62
			39°	0,7	16,71
			42°	0,8	18,93
			45°	0,9	21,02
			48°	1,0	23,10
8,5	4,5	29°	29°	0,5	15,83
			34°	0,6	18,83
			38°	0,7	21,79
			41°	0,8	24,68
			44°	0,9	27,57
			47°	1,0	30,42

3.5.15. Спиральные спуски рекомендуется проектировать трапециевидного и полукруглого сечения и изготовлять отдельными секциями из металла, бетона или железобетона.

3.5.16. Поверхность скольжения бетонных и железобетонных спиральных спусков должна быть покрыта износостойкой облицовкой.

В качестве износостойких облицовок рекомендуется применять

стальные пластины из хромомолибденовой стали или плитки каменного литья из базальта.

Плитками из хромомолибденовой стали и базальта рекомендуется футеровать поверхности спиральных спусков, не подверженных вибрационным и ударным нагрузкам (спиральные спуски, встроенные в стенки бункера, и спуски, выполненные из бетона или железобетона).

3.5.17. Спиральные спуски из листовой стали рекомендуется использовать в бункерах относительно небольшой вместимости (до 200 м³).

3.5.18. Спиральные спуски рекомендуется оборудовать тангенциально расположенными загрузочными желобами криволинейной формы.

3.5.19. Сыпучий материал должен поступать на нижнюю поверхность загрузочного желоба при возможно меньшем перепаде высот, а парабола падения материала образывала бы минимально возможный угол с наклонной поверхностью желоба.

3.5.20. Разгрузочная часть спирального спуска по возможности должна соприкасаться с наклонной поверхностью бункера по касательной.

4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ БУНКЕРОВ

4.1. Определение допустимых габаритных размеров бункеров

4.1.1. Допустимые габаритные размеры поперечного сечения механизированных бункеров устенвливаются, исходя из заданных или предполагаемых сечений горных выработок и схем расположения бункеров в выработках с учетом наличия другого оборудования. При этом должны соблюдаться зазоры, предусматриваемые правилами безопасности и эксплуатации оборудования в подземных условиях.

4.1.2. Для всех типов механизированных бункеров, за исключе-

нием лужовых и щелевых, основной является схема размещения бункера в отдельной выработке с установкой его на почву. В тех случаях, когда это невозможно, необходимо рассматривать варианты размещения бункера над или сбоку магистрального конвейера параллельно рельсовому пути или монорельсовой дороге.

Расчетные формулы и допустимые габаритные размеры бункеров с учетом рекомендуемых схем установки выработок для арочного и трапециевидного сечения до 16 м² приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1
Допустимые габаритные размеры бункера

Схема размещения бункера (рис. 4.1)	Расчетные формулы	Площадь сечения выработки, м ²	Радиус закругления верхняя, (ширина выработки, м)	Высота бункера, м	Ширина бункера, м
а	$B_g = \sqrt{4R^2 - 4(H+h)^2} - (m+n)$ $h_g = h + \sqrt{R^2 - (R^2 - (H+h)^2 - n)^2} - k$	6,6	1,65	1,78	1,54
		7,9	1,67	1,96	1,86
		8,8	2,11	1,80	2,25
		11,2	2,34	1,89	2,91
		12,7	2,62	1,79	3,37
		13,7	2,62	1,99	3,59
16,4	2,74	2,17	4,10		
б	$B_g = \sqrt{4R^2 - 4(H+h)^2} - (m+n+Ac)$ $h_g = h + \sqrt{R^2 - (R^2 - (H+h)^2 - n)^2} - k$	11,2	2,34	1,89	1,31
		12,7	2,62	1,79	1,77
		13,7	2,62	1,99	1,99
		16,4	2,74	2,17	2,50
в	$B_g = l - (m+n) - 2Hctg\alpha$ $h_g = h - k$	5,8	2,96	1,8	1,32
		6,8	3,00	2,2	1,35
		7,9	3,62	2,0	1,98
		9,7	4,1	2,2	2,45
		10,9	3,88	2,8	2,23
		11,8	4,18	2,8	2,53
г	$B_g = l - (m+n) - 2Hctg\alpha$ $h_g = h - k - g - h_c$	12,2	4,28	2,8	2,63
		10,9	3,88	1,43	2,23
		11,8	4,18	1,43	2,53
12,2	4,28	1,43	2,63		

4.1.3. Для лужовых и щелевых бункеров выбор габаритных размеров должен производиться с учетом необходимости обеспечения гравитационной выгрузки материала на конвейер, установленный вдоль выработки. При этом углы наклона стенок бункера к горизонтали должны быть не менее 50°.

4.1.4. Длина бункеров определяется, исходя из требуемой вместимости и с учетом полезного поперечного сечения бункера.

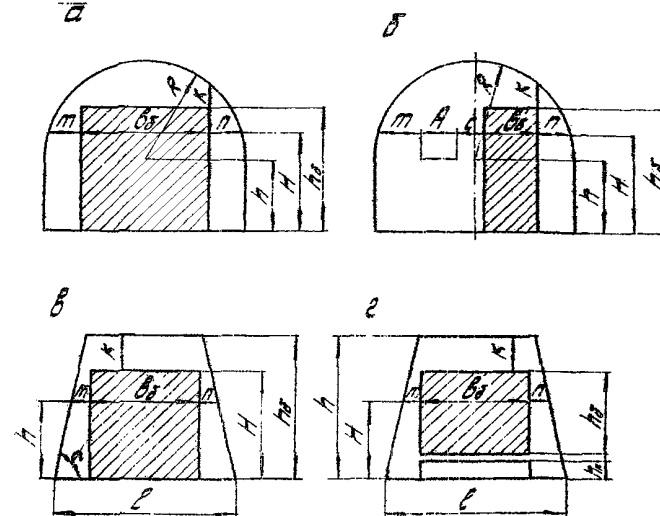


Рис. 4.1. Схемы установки бункера в поперечном сечении выработки: а - установка бункера на почву выработки арочного сечения; б - установка бункера на почву выработки арочного сечения параллельно с электровозной откаткой или конвейерным транспортом; в - установка бункера на почву выработки трапециевидного сечения; г - установка бункера над конвейером в выработке трапециевидного сечения

4.2. Выбор конструктивных параметров конвейерных бункеров

4.2.1. Размеры полезного поперечного сечения грузовмещающего желоба конвейерных бункеров устанавливаются путем предварительной конструкторской проработки при вписывании принятой схемы бункера в допустимые габаритные размеры. При этом надо стремиться обеспечивать максимальную полезную площадь поперечного сечения желоба в допустимых габаритных размерах бункера.

С целью ограничения величины сопротивления перемещению груза в бункере и обеспечения достаточной погонной вместимости рекомендуется принимать соотношение размеров по ширине (в нижней части) и высоте грузовмещающего желоба в пределах $\frac{H_{доп}}{h} = 0,7 - 1,5$.

Исходя из размера наибольшего куска транспортируемого материала, а также ширины рабочего органа подземных ленточных конвейеров унифицированного ряда, рекомендуется принимать ширину в нижней части грузовмещающего желоба не менее 800 мм.

4.2.2. В том случае, когда при выборе размеров желоба не выдерживается рекомендуемое отношение $\frac{H_{доп}}{h}$, высота слоя груза в бункере не должна превышать $0,9 H_{доп}$, где $H_{доп}$ - предельно допустимая высота слоя груза, перемещаемого сплошным телом волочения:

для скребковых бункеров

$$H_{доп} = \frac{B f_2 \cos \alpha_{вп}}{f_1 \sin \alpha_{вп} + f_2 \cos \alpha_{вп}} + h; \quad (4.1)$$

для ленточных и пластинчатых бункеров

$$H_{доп} = \frac{B f_2 \cos \alpha_{вп}}{f_1 \sin \alpha_{вп} + f_2 \cos \alpha_{вп}}, \quad (4.2)$$

где $\alpha_{вп}$ - угол внутреннего трения груза, град; $\alpha_{вб}$ - угол развала бортов, град; f_1 - коэффициент трения груза о борта. Для

бортов из листовой стали: для рядового угля $f_1 = 0,3 - 0,4$; для шахтной породы $f_1 = 0,43 - 0,75$; f_2 - коэффициент трения груза об обрезиненную ленту, $f_2 = 0,5 - 0,6$; h - высота скребка, м; f_3 - коэффициент бокового распура груза в желобе

$$f_3 = (1/2 + U) \cdot \frac{1}{1 + 36U^2}, \quad (4.3)$$

где U - скорость перемещения груза в бункере, м/с, [5].

4.2.3. Рекомендуется принимать форму поперечного сечения грузовмещающего желоба для конвейерных бункеров прямоугольную или форму обратной трапеции. Прямоугольная более предпочтительна для передвижных бункеров, трапециевидная - для стационарных бункеров. Угол между вертикалью и наклонным бортом при трапециевидной форме должен составлять $10-15^\circ$. Развал бортов обеспечивает некоторое уменьшение удельных сопротивлений перемещению груза.

4.2.4. При определении параметров рабочего органа скребковых конвейерных бункеров за базовый параметр принимается высота скребка. Последняя устанавливается, исходя из высоты звена тяговой цепи, а также на основании прочностных расчетов скребка. У подавляющего количества типов отечественных и зарубежных бункеров высота скребка равна 60 - 90 мм.

При ширине грузовмещающего желоба в нижней части более 1000 мм рекомендуется принимать для скребковых бункеров два параллельно расположенных двухцепных рабочих органа.

4.2.5. Шаг установки скребков определяется по номограмме (рис.4.2) в зависимости от ширины и высоты грузовмещающего желоба, а также высоты скребка. Номограмма построена для груза с углом внутреннего трения $\alpha = 30^\circ$ и коэффициентов трения угля о борта f_1 и днище f_2 , равных 0,5 [13]. Для других значений α и f_2 в таблицах 4.2 и 4.3 даются поправочные коэффициенты K_{α} и K_{f_2} .

Таблица 4.2

Значения поправочного коэффициента K_{φ}

φ , град	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42
K_{φ}	0,76	0,82	0,91	1,0	1,10	1,21	1,34	1,48	1,64	1,82

Таблица 4.3

Значения поправочного коэффициента K_{β}

f_{β} (f_{β})	0,25	0,3	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
K_{β}	1,62	1,48	1,34	1,22	1,11	1,0	0,91	0,83

С учетом поправочных коэффициентов шаг установки скребков

$$C_{\beta} = C_n K_{\varphi} K_{\beta}, \quad (4.4)$$

где C_n - шаг установки скребков, определенный по номограмме, м.

4.2.6. Для ленточных конвейерных бункеров ширина ленты B_n должна быть на 100-150 мм больше ширины грузомещающего желоба в нижней части.

Шаг установки роликоопор C_{β} на грузовой ветви принимается, исходя из максимально допустимой стрелы провеса ленты между роликами $f \leq 5 \text{ мм}$;

$$C_{\beta} = \sqrt{\frac{8 S_{\text{min}} H^2}{(q_0 + q)}}, \quad (4.5)$$

где S_{min} - минимальное рабочее натяжение ленты на грузовой ветви, определяемое тяговым расчетом по контурным точкам, Н;

q_0, q - соответственно вес 1 м длины рабочего органа (ленты) и вес груза, приходящийся на 1 м длины желоба, н/м.

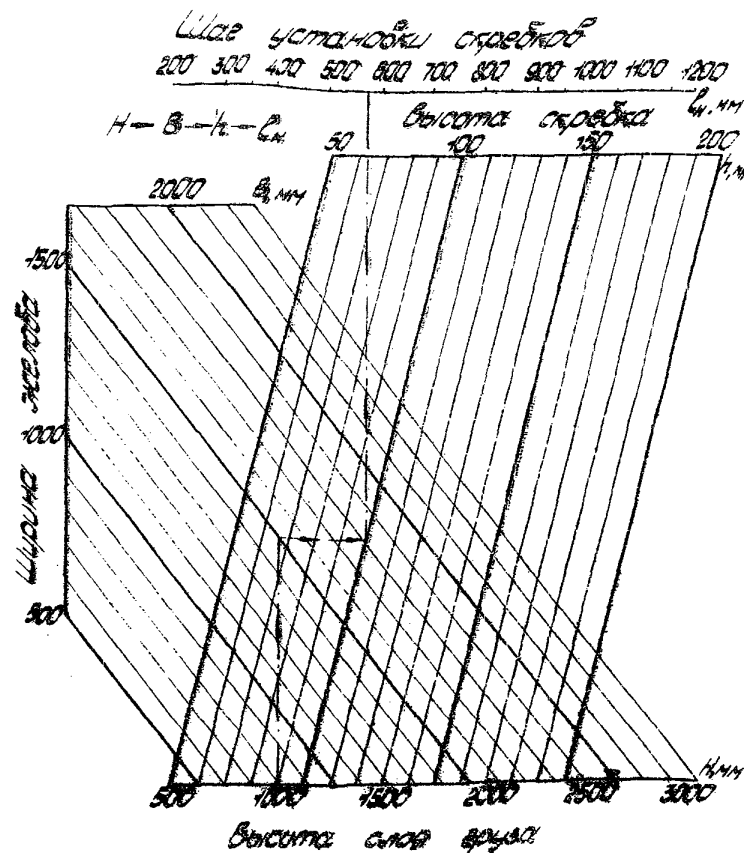


Рис.4.2. Номограмма по определению шага установки скребков

Значения q_0 для различных лент, рекомендуемых к применению в конструкциях ленточных бункеров, могут быть определены с помощью таблиц 4.4, 4.5. [9].

Таблица 4.4

Характеристика негорючих резиновых лент

Тип ленты	Ширина, мм	Расчетная разрывная прочность ширины ленты, н/мм	Диаметр троса, мм	Толщина обкладки, мм	Удлинение при 10 % нагрузки от разрывной, % (не более)	Масса ленты, кг/м
1РТЛО-500	800	500	2,7	3,0/2,0 ^х	0,25	20,5
2РТЛО-500	800	500	2,7	4,5/2,5 ^х	0,25	20,5
1РТЛО-1000	800-1000	1000	3,4	4,0/2,0 ^х	0,25	25,0
2РТЛО-1000	800-1000	1000	3,4	4,0/4,0 ^х	0,25	25,0
2РТЛО-1500	800-1200	1500	4,2	5,5	0,25	28,0
2РТЛО-1500У	800-1400	1500	6,0	5,5	0,25	30,0
2РТЛО-2500	1000-1200	2500	7,5	5,5	0,25	37,0
2РТЛО-3150	1000-1600	3150	8,25	5,5	0,25	43,2

х) В числителе указана толщина верхней (рабочей) обкладки, в знаменателе - нижней (нерабочей) обкладки

Таблица 4.5

Масса (расчетная) резиноканевых лент, кг/м²

Тип ленты	Ширина ленты, мм	Прочность прокладки при разрыве, н/мм	Число каневых прокладок, шт						
			3	4	5	6	7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2ШБКН-65	1000	550	7,8	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8	
	1200		7,9	9,0	10,1	11,2	12,3	13,4	
2ШБКН-100	1000	1000	10,8	11,9	13,0	14,1	15,2	16,3	
	1200		8,5	10,8	11,1	12,1	13,7	15,0	
2ШБКН-150	1000	1500	11,1	12,3	13,5	14,7	15,9	17,1	
	1200		12,8	14,0	15,2	16,4	17,6	18,8	
2ШТК-100	1000	1000	11,7	13,1	14,5	15,9	17,3	18,7	
	1200		13,4	14,8	16,2	17,6	19,0	20,4	
2ШТК-300	1000	1000	12,0	13,5	15,0	16,5	18,0	19,5	
	1200		13,7	15,2	16,7	18,2	19,7	21,2	
2ШТКЛ-300	1000	1000	12,6	14,1	15,6	17,1	19,4	21,1	
	1200		14,3	16,0	17,7	19,4	21,1	22,8	
2ШТК-400	1000	1000	12,3	13,9	15,5	17,1	18,7	20,3	
	1200		14,0	15,6	17,2	18,8	20,4	22,0	

4.2.7. Распределенная нагрузка на ролик (по длине) рассчитывается по формуле

$$Q_{p,2} = K_{up} (g \cdot \gamma \cdot H + \frac{g}{2}) \cdot C_{up,2} \quad (4.6)$$

где K_{up} - коэффициент, учитывающий неточность установки роликов, $K_{up} = 1,05 + 1,10$; g - ускорение силы тяжести, м/с².

Диаметры обводных барабанов целесообразно принимать: для лент с шириной 1000, 1200 и 1600 мм соответственно 450, 600 и 900 мм.

4.3. Выбор режимных параметров конвейерных бункеров

4.3.1. Конвейерные бункеры могут оснащаться одним из следующих типов приводов: реверсивным с плавным или ступенчатым регулированием скорости в обе стороны; неревверсивным с плавным или ступенчатым регулированием скорости; реверсивным или неревверсивным с постоянной скоростью.

Тип привода выбирается исходя из назначения бункера и требований к режиму его работы и автоматизации.

4.3.2. Режимные параметры привода бункера зависят от величины и характера входного грузопотока, типа, производительности и режима работы подбункерных транспортных средств, погонной вместимости бункера.

4.3.3. При определении режимных параметров следует учитывать четыре состояния работы бункера: сглаживание неравномерности грузопотока при работающем подбункерном и надбункерном конвейерах; загрузка бункера при неработающем подбункерном конвейере; выгрузка при неработающем надбункерном конвейере; транзитный режим - передача груза с надбункерного конвейера на подбункерный конвейер.

4.3.4. Требуемая наибольшая скорость перемещения рабочего органа донного конвейера при загрузке бункера определяется, исходя из максимального значения поступающего грузопотока, по формуле:

$$U_{g \max} = \frac{K_{н.в} \bar{U}_{\max}}{\psi F_{мс}}, \quad (4.7)$$

где \bar{U}_{\max} - максимальное значение минутного грузопотока, м³/мин; $K_{н.в}$ - коэффициент, учитывающий внутриминутную неравномерность грузопотока, $K_{н.в} = 1,1 - 1,15$; $F_{мс}$ - площадь поперечного сечения груза в бункере, м²; ψ - коэффициент, учитывающий степень заполнения желоба.

4.3.5. Требуемая наибольшая скорость перемещения рабочего органа донного конвейера при разгрузке бункера определяется на основании заданной максимальной производительности разгрузки P_{\max} бункера

$$U_{\max}^p = \frac{P_{\max}}{\psi F_{мс}}, \quad (4.8)$$

Величина P_{\max} рассчитывается, исходя из пропускной способности и режима работы транспортной системы, в которой должен быть установлен данный бункер.

4.3.6. Максимальное требуемое значение ускорения a_{\max} при регулируемом изменении скорости находится по приближенной эмпирической формуле

$$a_{\max} = \frac{0,08}{\psi F_{мс} \sqrt{t_c}}, \quad (4.9)$$

где t_c - время корреляции непрерывного забойного грузопотока, мин.

Для грузопотоков, поступающих из комплексно-механизованных лав, величина t_c находится в пределах 2-3 мин. [7,12]

4.3.7. При нерегулируемом прерывистом перемещении рабочего органа донного конвейера на загрузку бункера время паузы между двумя последовательными включениями определяется из выражения

$$t_{п.в} = \frac{\psi \cdot F_{мс} \cdot l_n}{U_{ср}} - \frac{l_n}{V_{\max}}, \quad (4.10)$$

где $U_{ср}$ - средний грузопоток за машинное время, м³/мин; l_n - шаг подвижки рабочего органа донного конвейера, максимально допустимое значение которого определяется, исходя из требуемой степени заполнения грузовмещающего желоба. При коэффициенте заполнения желоба

$\psi = 0,95$ шаг подвижки рекомендуется принимать равным $1,0 + 1,3 (H + 8 \operatorname{tg} \rho)$,

где ρ - угол естественного откоса, град, принимается $\rho = 33 - 38^\circ$.

4.3.8. Шаг подвижки рабочего органа должен проверяться по допустимой частоте включений электродвигателя привода:

$$n_{вкл} = \frac{U_{\max}^p}{l_n} \leq [n_{вкл}], \quad (4.11)$$

где $[n_{вкл}]$ - допустимая частота включений; определяется на основании теплового расчета электродвигателя.

При невыполнении условия (4.11) требуется заменить электродвигатель. В отдельных случаях в необходимом соответствии параметры

$n_{вкл}$ и $[n_{вкл}]$ можно привести путем установки дополнительных бортов бункера в пункте погрузки. При этом длина дополнительных бортов l_n должна быть увеличена на Δl

$$\Delta l = \sqrt{\frac{4k'}{\operatorname{tg} \rho} \left(\frac{k'}{\operatorname{tg} \rho} + 8 \operatorname{tg} \rho \right)}, \quad (4.12)$$

где k' - высота дополнительных бортов, м; $8 \operatorname{tg} \rho$ - ширина фронта погрузки ($8 \operatorname{tg} \rho = 0,8 - 1,2$ м).

4.3.9. При остановке грузевого конвейерного бункера время от момента отключения двигателя до полной остановки не должно превышать 2 с.

4.3.10. Количество ступеней скорости рабочего органа при загрузке бункера определяется характером поступающего в бункер грузопотока. В большинстве случаев для подземных конвейерных бункеров требуется иметь не более 4-х ступеней с одинаковыми интервалами между значениями скорости.

4.3.11. Количество ступеней скорости рабочего органа при разгрузке бункера зависит от пропускной способности и режимов работы транспортной системы, в которой установлен бункер.

4.3.12. Для нереверсивных бункеров, загрузка которых производится специальными распределительными устройствами (передвижными плужковыми сбрасывателями, передвижным конвейером и т.д.), режимными параметрами являются: скорость и частота передвижки распределительных устройств, а также время работы при одном включении привода передвижки.

4.3.13. Необходимая скорость передвижки плужкового сбрасывателя или загрузочного конвейера рассчитывается по формуле (4.9).

Частота передвижек

$$v = \frac{L_{cp}}{F_{ж} \cdot L_n \cdot \gamma} \quad (4.13)$$

Время работы привода при одном включении

$$t_{вкл} = \frac{L_n}{v_{max}} \quad (4.14)$$

4.4. Тяговый расчет конвейерных бункеров

4.4.1. Тяговый расчет конвейерных бункеров производится методом обхода по контурным точкам. Сопротивления на порожняковой

W_n и грузовой W_p ветвях определяются:

для бункера со скребковым рабочим органом

$$W_n = q_0 \omega' L_g \cos \beta \pm q_0 L_g \sin \beta, \quad (4.15)$$

$$W_p = (q_0 \omega + q_0' \omega') L_g \cos \beta \pm (q_0 + q_0') L_g \sin \beta, \quad (4.16)$$

для бункера с ленточным рабочим органом

$$W_n = (q_0 + q_0'') L_g \omega' \cos \beta \pm q_0 L_g \sin \beta, \quad (4.17)$$

$$W_p = L_g [q_0 \omega + (q_0 + q_0' + \gamma g H B) / (\omega \cos \beta \pm \sin \beta)] \quad (4.18)$$

для бункера с пластинчатым рабочим органом

$$W_n = L_g q_0 (\omega' \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (4.19)$$

$$W_p = L_g [q_0 \omega + (q_0 + \gamma g H B) / (\omega \cos \beta \pm \sin \beta)], \quad (4.20)$$

где ω' - коэффициент сопротивления движению рабочего органа, ω - коэффициент сопротивления движению груза в желобе бункера; q_p, q_p'' - вес вращающихся частей роликов соответственно грузовой и порожняковой ветвей, приходящийся на 1 м длины стана, Н/м; β - угол наклона бункера, град; L_g - длина грузомещающего желоба, м; γ - насыпная плотность груза, кг/м³.

Верхний знак в формулах (4.15-4.20) принимается при движении груза вниз, нижний - при движении груза вверх.

4.4.2. Вес перемещаемого сыпучего груза, приходящийся на 1 пог.м грузомещающего желоба с учетом требуемого коэффициента заполнения для бункеров с различной формой поперечного сечения рассчитывается по формулам:

для бункеров с трапециевидной и прямоугольной формой поперечного сечения ($\alpha \neq 0$)

$$q = \gamma \rho g H (B + H \tan \alpha_p) \quad (4.21)$$

для бункеров с комбинированной формой поперечного сечения желоба

$$q = 4 \gamma \rho g [BH + H^2 - H^2] \tan \alpha_p \quad (4.22)$$

4.4.3. Вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожняковой ветвях, приходящийся на 1 м длины става донного конвейера:

$$q_p' = \frac{G_p'}{L_{ч,р}} \quad (4.23)$$

$$q_p'' = \frac{G_p''}{L_{ч,р}} \quad (4.24)$$

где G_p' , G_p'' - вес вращающихся частей роликов соответственно на грузовой и порожняковой ветвях, Н, принимают на основе конструкторской проработки; $L_{ч,р}$, $L_{ч,р}''$ - шаг установки роликов соответственно на грузовой и порожняковой ветвях, м.

4.4.4. Вес 1 м длины ленточного рабочего органа принимает (см. таблицы 4.4 и 4.5).

Вес 1 м длины скребкового рабочего органа ориентировочно принимается из выражения

$$q_0 = \frac{10^3 K_q E}{L_8} \quad (4.25)$$

где K_q - эмпирический коэффициент, принимается в пределах от 0,55 до 0,7.

Вес 1 м длины пластинчатого рабочего органа ориентировочно

$$q_0 = \frac{10^3 E}{L_8} K_0 \quad (4.26)$$

где K_q - эмпирический коэффициент, принимается в пределах 0,8-1,2

4.4.5. Коэффициент сопротивления движению груза для скребковых бункеров принимается по номограмме (рис.4.3) в зависимости от ширины и высоты желоба, высоты скребка.

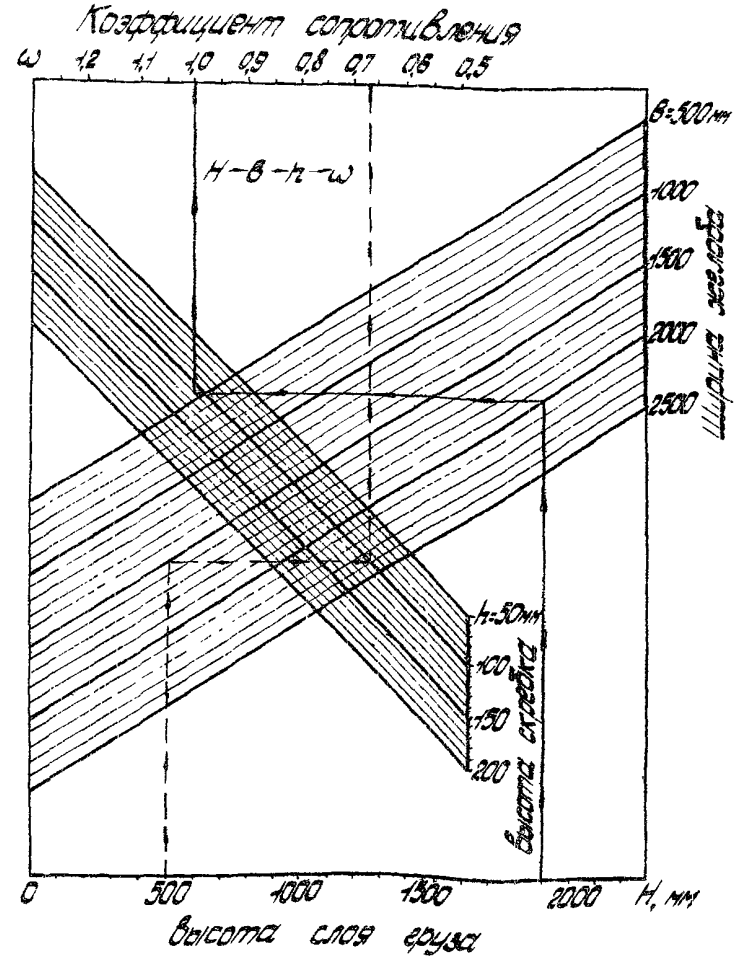


Рис. 4.3. Номограмма по определению коэффициента сопротивления движению груза в скребковом бункере с неподвижными бортами

Номограмма построена для угла внутреннего трения $\varphi = 30^\circ$ и коэффициента трения груза о борта и днище $f_1 = f_2 = 0,5$. Для других значений φ и $f_1(f_2)$ даются поправочные коэффициенты (таблицы 4.6 и 4.7), с учетом которых коэффициент сопротивления движению груза:

$$\omega = \omega_n \cdot K_\varphi \cdot K_f \quad (4.27)$$

где ω_n - коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме.

Таблица 4.6
Значения поправочного коэффициента K_φ

φ , град	24	26	28	30	32	34	36	38	40
K_φ	1,08	1,035	1,01	1	0,99	0,985	0,98	0,975	0,97

Таблица 4.7
Значения поправочного коэффициента K_f

$f_1(f_2)$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
K_f	0,6	0,8	1	1,2	1,6

4.4.6. Коэффициент сопротивления движению груза для бункеров со сплошным рабочим органом

$$\omega = \frac{H}{B + H \operatorname{tg} \alpha} (\sin \alpha \operatorname{tg} \rho + \eta \cos^2 \alpha \rho) f_1 \quad (4.28)$$

4.4.7. Коэффициент сопротивления движению рабочего органа следует принимать: для скребковых бункеров $\omega' = 0,3 + 0,4$; для ленточных бункеров $\omega' = 0,04 + 0,05$; для пластинчатых бункеров $\omega' = 0,025 + 0,03$.

4.4.8. С учетом места установки привода натяжения S_1, S_2, S_3, S_4

в точках контура рабочего органа определяются для различных схем установки привода (рис. 4.4) по формулам табл. 4.8 [27].

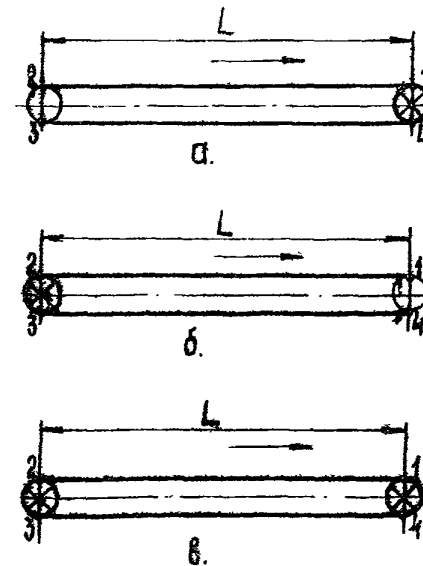


Рис. 4.4. Схемы установки привода в конвейерных бункерах

Таблица 4.8
Расчетные натяжения тягового органа в контурных точках

Вариант установки привода	Схема "а"	Схема "б"	Схема "в"
Натяжения в контурных точках	$S_1 = K_1 K_2 W_n + W_r$ $S_2 = K_1 K_2 \cdot W_n$ $S_3 = K_2 W_n$ $S_4 = 0$	$S_1 = W_r$ $S_2 = 0$ $S_3 = K_1 W_r + K_2 W_n$ $S_4 = K_1 W_r$	$S_1 = W_r$ $S_2 = 0$ $S_3 = K_2 W_n$ $S_4 = 0$

где K_1 - коэффициент сопротивления движению цепи на концевых

звездочках (барабанах), для цепных донных конвейеров $K_1 = 1,1$; для ленточных $K_1 = 1,05$; K_2 - коэффициент увеличения сопротивления из-за застиловки холостой ветви донного скребкового конвейера, принимается в пределах от 1,2 до 1,3.

Для ленточных донных конвейеров натяжения во всех точках контура, указанные в таблице 4.8 следует увеличить на величину предельного натяжения

$$S_{min} = \frac{W_{sum}}{0,95 \cdot K_1 \cdot K_2} \quad (4.29)$$

где W_{sum} - суммарные сопротивления перемещению рабочего органа и груза; e_{mk} - тяговый фактор; μ - коэффициент трения между поверхностью барабана и лентой, $\mu = 0,2$ - без футеровки барабана, $\mu = 0,3$ - при наличии футеровки из негорючей резины; α - угол обхвата лентой барабана, град.

4.4.9. Необходимое тяговое усилие привода принимается равным максимальному натяжению в соответствии с табл.4.9 по формуле

$$W_0 = \max(S_i^{расч}). \quad (4.30)$$

4.4.10. При определении прочности цепного тягового органа необходимо учитывать неравномерность распределения усилий в цепях. Коэффициент $K_{н.т}$ неравномерности распределения усилий составляет для двухцепного рабочего органа 1,05 + 1,07; для трехцепного органа - 1,07 + 1,10. Максимальное усилие при этом

$$S_{max} = K_{н.т} \cdot \max(S_i^{расч}). \quad (4.31)$$

4.4.11. При выборе тягового органа по разрывному усилию (табл.4.9) необходимо принимать коэффициенты запаса прочности не менее 2,5.

Таблица 4.9

Характеристика тяговых круглозвенных цепей

Калибр цепи	Класс прочности	Шаг цепи, мм	Ширина звена, мм		Нагрузка, кН		Масса 1м цепи, не более, кг
			внутренняя	наружная	предельная	разрушающая	
23	С	86	27	77	53	66	11,1
	Д				63	79	
24	С	86	28	79	58	72	13,3
	Д				69	86	
26	А	92	31	87	59	74	15,5
	В				64	80	
	С				68	85	
	Д				81	100	
28	А	100	33	93	68	86	18,5
	В				73	92	
	С				79	98	
	Д				93	117	
32	А	120	37	103	90	112	23,2
	В				96	120	
	С				102	128	
	Д				122	153	

4.4.12. Мощность привода

$$N_{пр} = \frac{1,2 W_0 v_{max}}{102 \eta_m}, \quad (4.32)$$

где η_m - КПД передаточного механизма привода рассчитывается в соответствии с принятой кинематической схемой; 1,2 - коэффициент запаса мощности.

4.5. Спределение параметров бункеров с движущимися бортами

4.5.1. Размеры поперечного сечения грузонесущего желоба ус-

танавливаются путем конструкторской проработки из условия вписывания принятой схемы бункера в допустимые габаритные размеры при максимальном полезном использовании площади поперечного сечения и при соблюдении следующих соотношений ширины и высоты желоба:

для скребковых бункеров $\frac{B}{H}$ - в пределах 0,3 - 0,7; для ленточных и пластинчатых бункеров

$$\frac{B'+B}{2H} \geq \lg(45^\circ - \frac{\alpha_p}{2}), \quad (4.33)$$

где B' - ширина желоба в верхней части.

4.5.2. Рекомендуется комбинированная форма поперечного сечения желоба, причем угол α_p наклона бортов к вертикали в нижней части следует принимать менее 40° .

4.5.3. При выборе конструктивных параметров рабочего органа скребковых бункеров с движущимися бортами за базовый параметр принимается высота скребка в пределах 150-250 мм.

4.5.4. Шаг установки скребков определяется по двум условиям: обеспечение достаточного напорного усилия (табл.4.10)

Таблица 4.10

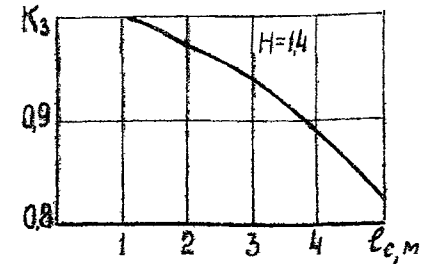
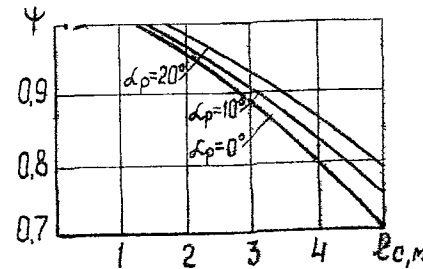
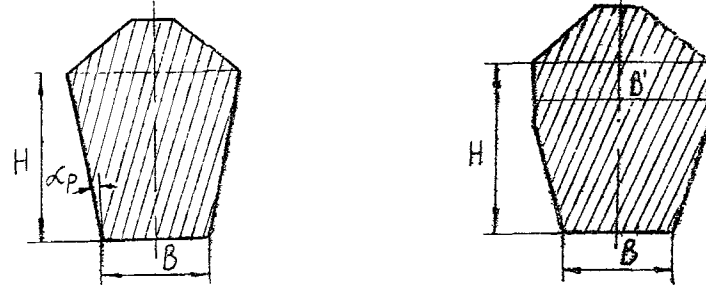
Значение шага установки скребков из условия обеспечения достаточного напорного усилия, м

Высота слоя груза, м	Ширина желоба в нижней части, м	При высоте скребка, мм		
		150	200	250
1,0	1,0	1,00	1,25	1,50
1,5	1,1	1,42	1,78	2,14
2,0	1,2	1,72	2,15	2,58

обеспечение требуемого коэффициента заполнения (рис.4.5).

Окончательно принимается меньшее его значение.

4.5.5. Выбор конструктивных параметров донного конвейера ленточных бункеров производится в соответствии с п.п. 4.2.6-4.2.8.



а

б

Рис.4.5. Графики зависимости коэффициента заполнения грузонемещающего желоба от шага установки скребков с трапециевидной (а) и комбинированной (б) формами поперечного сечения

4.5.6. Выбор режимных параметров бункеров с движущимися бортами производится аналогично конвейерным бункерам согласно подразделу 4.3.

4.5.7. Для скребкового бункера максимальное значение скорости

$$V_{max} = V_{max}^3 K_3, \quad (4.34)$$

где V_{max}^3 - скорость, определяемая в зависимости от режима работы

по выражению (4.7); K_p - коэффициент, учитывающий влияние шага установки скребков (табл.4.11).

Таблица 4.11

Поправочный коэффициент K_p

Шаг установки скребков, м	1	1,5	2	2,5
Коэффициент K_p	1	1,06	1,2	1,25

4.5.8. Сопротивления перемещению порожняковой W_n , грузовой W_r ветвей донного конвейера и грузомещающего желоба $W_{жс}$ при горизонтальной установке определяются по формулам: для ленточного бункера:

$$W_n = L_B \cdot \omega / (g_0 + g_p''), \quad (4.35)$$

$$W_r = L_B \omega / (g_0 + g_p''), \quad (4.36)$$

$$W_{жс} = L_B \omega'' [g_{жс} + (g_0 + g_p'') \cos^2 \alpha_p + g_0 \sin^2 \alpha_p]; \quad (4.37)$$

для пластинчатого бункера

$$W_n = L_B \cdot g_0 \cdot \omega' \quad (4.38)$$

$$W_r = L_B \omega' / (g_0 + g_p''); \quad (4.39)$$

$$W_{жс} = L_B \omega'' [g_{жс} + (g_0 + g_p'') \cos^2 \alpha_p + g_0 \sin^2 \alpha_p]; \quad (4.40)$$

где $g_{жс}$ - вес I и длины грузомещающего желоба (Н/м), определяется на основании конструкторской проработки; ω'' - коэффициент сопротивления движению желоба, принимается в пределах 0,01-0,015.

4.5.9. Сопротивления перемещению тяговой цепи W_c , груза и грузомещающего желоба $W_{жс}$ в окребновом бункера с движущимися бортами определяются по формулам:

$$W_c = 3' L_B \omega' g_4 \quad (4.41)$$

$$W_r = L_B \omega \quad (4.42)$$

$$W_{жс} = L_B \omega'' (g_4 + g_{жс}), \quad (4.43)$$

где $g_4 = \pi d g$ - вес I и длины тягового органа Н/м;

где πd - масса I и длины цепи кг, определяется по табл.4.9.

4.5.10. Коэффициент ω' сопротивления движению рабочего органа следует принимать:

для скребковых бункеров - $\omega' = 0,3 + 0,4g$;

для ленточных бункеров - $\omega' = 0,04 + 0,05g$;

для пластинчатых бункеров - $\omega' = 0,025 + 0,030g$

4.5.11. Коэффициент сопротивления движению для скребкового бункера определяется по номограмме (рис.4.6) в зависимости от ширины, общей высоты и высоты прямоугольной части желоба. Номограмма построена для коэффициента трения значения $\omega'' = 0,015$, коэффициента трения груза о борта f_1 и днище f_2 , равных 0,5, угла наклона бортов в нижней части к вертикали $\alpha_p = 40^\circ$. Для других значений ω'' , f_1 , f_2 даются поправочные коэффициенты в табл. 4.12 и 4.13, с учетом которых коэффициент сопротивления движению груза определяется по формуле

$$\omega = \omega_n K_p K_{\omega''}, \quad (4.44)$$

где ω_n - коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме.

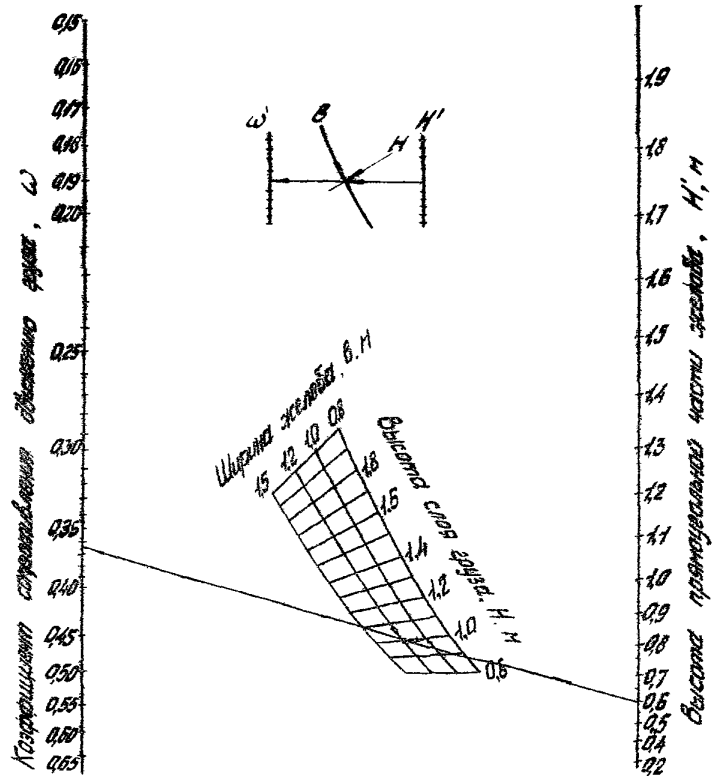


Рис.4.6. номограмма по определению коэффициента сопротивления движению грузов в скреповом бункере с подвижными бортами

Таблица 4.12
Значения поправочного коэффициента K_{ω}

ω°	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04
K_{ω}	0,984	1	1,015	1,035	1,05	1,069	1,085

Таблица 4.13
Значения поправочного коэффициента K_f

f_1/f_2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
K_f	0,605	0,804	1,0	1,2	1,39	1,59	1,98

4.5.13. Вес перемещаемого насаженного груза, приходящийся на 1 м грузонесущего желоба, вес вращающихся частей роликов q_p' и q_p'' , вес 1 м длины рабочего органа принимается в соответствии с п.п. 4.4.2 - 4.4.4.

4.5.14. Для различных вариантов установки привода (рис.4.7) необходимое усилие определяется по формулам:

для схемы "а" $W_0 = K_f W_n + W_f + W_{sc}$; (4.45)

для схемы "б" $W_0 = K_f (W_f + W_{sc}) + W_n$; (4.46)

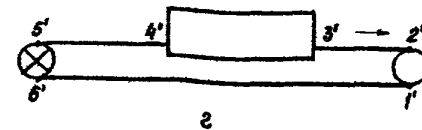
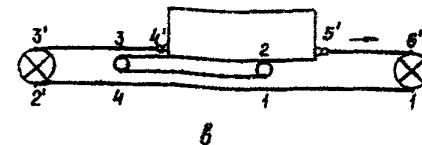
для схемы "в" $W_0 = W_n + W_f + W_{sc} + W_4 (K_f + 0,5)$; (4.47)

для схемы "г" $W_0 = W_4 (K_f + 0,5) + W_f + W_{sc}$; (4.48)

где W_4 - сопротивление движению тягового органа на обводной ветви.



Рис.4.7. Схемы расположения привода в бункерах с движущимися бортами



4.5.15. С учетом места установки привода натяжения $S_1, S_2, S_3, S_4, S_1', S_2', S_3', S_4'$ в точках контуров определяются по формулам табл. 4.14.

Таблица 4.14

Натяжение тягового и тяговонесущего органа в контурных точках

Натяжение в контурных точках	Схемы установки привода (рис. 4.7)				
	"а"	"б"	"в"		"г"
			донный конвейер	тяговый контур	
S_1 / S_1'	0	$K_1(W_1 + W_{20})$	$K_1(W_1 + W_{20})$	0	W_4
S_2 / S_2'	W_1	$K_1(W_1 + W_{20})$	$W_1 + W_{20}$	W_4	$K_1 W_4$
S_3 / S_3'	$K_1 W_1$	0	$K_1^2(W_1 + W_{20}) + K_1 W_1$	$K_1 W_4$	$W_4 (K_1 + 0,25)$
S_4 / S_4'	$K_1 W_1 + W_1 + W_{20}$	$W_1 + W_{20}$	$K_1(W_1 + W_{20}) + W_1$	$W_4 (K_1 + 0,25)$	$W_4 (K_1 + 0,25) + W_1 + W_{20}$
S_5 / S_5'				$W_1 + W_2 + W_{20}$	$W_4 (K_1 + 0,5) + W_1 + W_{20}$
S_6 / S_6'				$W_1 + W_2 + W_{20}$	$W_4 (K_1 + 0,25) + W_1 + W_{20}$
S_7 / S_7'				$W_1 + W_2 + W_{20}$	0
S_8 / S_8'				$W_1 + W_2 + W_{20}$	$W_4 (K_1 + 0,5)$

Для схем "а" и "б" расположения привода при использовании ленточных донных конвейеров натяжения во всех точках контура необходимо увеличить на величину S_{min} , определяемую по формуле (4.29).

4.5.16. Коэффициенты запаса прочности тяговых и тяговонесущих органов следует принимать в соответствии с требованиями п. 4.4.11.

4.5.17. Мощность привода определяется по формуле (4.32).

4.6. Расчет люковых и щелевых бункеров

4.6.1. Форма и размеры поперечного сечения грузомещающего желоба

должны определяться на основе конструкторской проработки, из условия размещения в допустимых габаритных размерах бункера и обеспечивать максимальный коэффициент полезного использования площади поперечного сечения. При этом должны соблюдаться требования: угол наклона к горизонтали стенок грузомещающего желоба выбирается в пределах $50-60^\circ$ и должен на $3-5^\circ$ превышать угол внутреннего трения насыпного груза о боковые стенки бункера; ориентация плоскости выпускных отверстий или выпускной щели должна обеспечивать наиболее оптимальную компоновку желоба и подбункерного конвейера в пределах допустимого сечения бункера.

4.6.2. Для люковых бункеров рекомендуется асимметричная форма поперечного сечения грузомещающего желоба, для щелевых - симметричная и асимметричная формы.

4.6.3. Выпускные отверстия бункеров выполняются квадратными или прямоугольными. Однако при одинаковой площади отверстий квадратное лучше обеспечивает беспрепятственное высыпание груза.

4.6.4. Размеры наименьшего допустимого отверстия люковых бункеров определяют по формулам:

квадратного сечения

$$A \geq \frac{4(1 + \sin \varphi) K_0' C_0 + \alpha'}{\gamma \cdot g} \quad (4.49)$$

прямоугольного сечения - по формуле (3.4) в соответствии с требованиями п. 3.1.10.

Для щелевых бункеров ширина щели принимается из соотношения

$$A_{щ} \geq \frac{2(1 + \sin \varphi) K_0' C_0 + \alpha'}{\gamma \cdot g} \quad (4.50)$$

При применении вибраторов или других побудителей выгрузки значение угла внутреннего трения принимают равным $\varphi = 50^\circ$.

4.6.5. Размеры выпускного отверстия из расчета на требуемую пропускную способность проверяют по формулам (3.7) и (3.8) в соответствии с требованиями п. 3.1.12.

4.6.6. Размеры отверстия истечения подбираются по условию обеспечения требуемой производительности выгрузки и должны быть не менее определенных по формулам (3.4), (4.49), (4.50).

4.6.7. В люковых и щелевых бункерах с гравитационной разгрузкой желоб рекомендуется выполнять секционным, в щелевых бункерах с принудительной выгрузкой — сплошным.

4.6.8. Для обеспечения полного освобождения люкового бункера от груза в нем необходимо предусматривать промежуточные скаты, расположенные между выпускными отверстиями.

4.6.9. Расстояние между выпускными отверстиями должно быть минимальным, при этом обеспечивается максимальный коэффициент заполнения.

4.6.10. При выборе размеров выпускного отверстия необходимо соблюдать условие

$$Q_T = Q_0 \cdot \eta_{отв}, \quad (4.51)$$

где Q_T — производительность подбункерного конвейера; Q_0 — пропускная способность одного выпускного отверстия; $\eta_{отв}$ — число одновременно разгружающихся люков (отверстий).

В случае несоблюдения этого условия необходимо произвести корректировку размеров выпускного отверстия в сторону увеличения с уменьшением числа одновременно разгружающихся отверстий.

4.7. Расчет бункеров с погрузочно-разгрузочным органом лобового действия

4.7.1. В бункерах лобового действия рекомендуется применять

погрузочно-разгрузочные органы с зачерпывающими лапами или двумя подгребающими винтами-шнеками, которые отличаются компактностью и высокой производительностью.

Погрузочно-разгрузочные органы с зачерпывающими лапами могут работать в комплексе с ленточным или скребковым конвейером или элеваторным погрузчиком; погрузочно-разгрузочные органы с подгребающими винтами-шнеками рекомендуется использовать в комплексе с элеваторным погрузчиком [24].

4.7.2. При применении погрузочно-разгрузочных органов с зачерпывающими лапами глубина нагребания

$$a_T = \frac{Q_i}{v_{пл} \cdot \eta_T \cdot \eta_{дл}}, \quad (4.52)$$

где $\eta_{дл}$ — скорость вращения диска, $\eta_{дл} = 30 \div 45$ об/мин; $v_{пл}$ — ширина приемной плиты на 50–100 мм меньше ширины грузовмещающего желоба в нижней части; η_T — высота слоя нагребаемого груза, для крупно-кусковых грузов может быть принята равной высоте типичного куска a' ; для мелкокусковых — высоте лапы; Q_i — требуемая производительность погрузочно-разгрузочного органа, м³/мин.

Диаметр кривошипного диска погрузочного органа принимается приблизительно равным глубине нагребания.

4.7.3. Потребная производительность подгребающих винтов

$$Q_B = \frac{v_{но} - v_k}{v_{но}} Q', \quad (4.53)$$

где $v_{но}$ — общая ширина погрузочного органа; v_k — ширина ковша элеватора; Q' — производительность разгрузки, м³/мин.

4.7.4. Наружный радиус подгребающего винта

$$R = \sqrt{\frac{Q_i}{25 \cdot S_B \cdot \eta_B \cdot \eta_{дл}}}, \quad (4.54)$$

где S_B — шаг винта, м; η_B — скорость вращения винта, об/мин,

зависит от скорости цепи элеватора U_2 , шага цепи t_4 и числа граней звездочки z ,

$$v_2 = \frac{60 U_2}{t_4 z} \quad (4.55)$$

4.7.5. Скорость перемещения рабочего органа (м/с) приемных конвейеров и элеватора определяется по формулам:

ленточного конвейера
без дополнительных бортов

$$U_{л.к} = \frac{Q_T}{\sigma_{др} B_1^2} ; \quad (4.56)$$

с дополнительными бортами высотой $h_{ж}$

$$U_{л.к} = \frac{Q_T}{2 \sigma_{др} h_{ж} + \sigma_{др} B_1^2} ; \quad (4.57)$$

скребкового конвейера

$$U_{ск} = \frac{Q_T}{C_{ск} h_{ж} \psi} ; \quad (4.58)$$

элеватора

$$U_2 = \frac{Q_T}{E_2 \cdot \psi} ; \quad (4.59)$$

где $\sigma_{др}$ - коэффициент, зависящий от формы ленты, рода груза и угла наклона конвейера, для лотковых лент $\sigma_{др} = 5,3 + 6,5$; B_1 - ширина ленты или прямоугольного желоба, м, принимается по конструктивным соображениям; $h_{ж}$ - рабочая высота желоба, м; $C_{ск} = 0,6 + 1$ - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера, большие значения для меньших углов; E_2 - емкость ковша элеватора, м³; ψ - расстояние между ковшами, м; ψ - коэффициент заполнения ковша или рабочего пространства между скребками.

4.7.6. Общая сопротивляемость движению определяют по формулам:

ленточного конвейера

$$W_2 = [(q + 2q_0 + q_p) L_k \omega \cos \beta + q H_n] K_4 ; \quad (4.60)$$

скребкового конвейера

$$W_2 = [(q \omega_2 + 2q_4 \omega') L_k \cos \beta + q H_n] K_4 ; \quad (4.61)$$

элеватора

$$W_2 = [(q + q_4) L_k \omega_2 \cos \beta + q H_n] K_4 ; \quad (4.62)$$

где H_n - высота подъема, м; ω' - коэффициент сопротивления, учитывающий трение между цепью и желобом скребкового конвейера,

$\omega' = 0,25 + 0,35$; ω_2 - коэффициент сопротивления, учитывающий трение цепи элеватора о направляющие. Для роликковых цепей $\omega_2 = 0,12$; при отсутствии роликов $\omega_2 = 0,25$; K_4 - коэффициент, учитывающий сопротивление в подшипниках концевых барабанов или звездочек от перегиба ленты или цепи, $K_4 = 1,25$.

4.7.7. Мощность двигателя привода с учетом мощности, необходимой для зачерпывания:

$$N = \left(\frac{W U_{max}}{1000} + \frac{K_{уд} \cdot g \cdot U_{max}}{1000} \right) \frac{1}{\eta_m} ; \quad (4.63)$$

где $K_{уд}$ - удельная работа зачерпывания в Нм/кг, $K_{уд} = 15 + 20$.

5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМИ БУНКЕРАМИ

5.1. Общие требования к системам управления бункерами

5.1.1. При проектировании шахтных бункеров (горных и механизованных) целесообразно предусматривать следующие два варианта

автоматизации их управления:

без регулирования производительности выгрузки бункера, при котором управление сводится к пуску (включению) его загрузочных и разгрузочных механизмов в зависимости от уровня заполнения или опорожнения емкости, состояния примыкающих транспортных звеньев и загрузочно-разгрузочных механизмов самого бункера;

с автоматическим регулированием производительности выгрузки бункера, которое осуществляется по специальному алгоритму, обеспечивающему оптимизацию режимов работы системы бункеров в зависимости от состояния подземного транспортного комплекса, в который входят эти бункеры, и распределения в нем транспортируемого груза с целью повышения его функциональной надежности, эффективности работы и т.д.

Первый вариант автоматизации широко применяется на угольных шахтах в настоящее время для управления разгрузкой горных бункеров. Второй вариант надо рассматривать как перспективное направление развития систем управления подземными бункерами с оптимизацией режимов их разгрузки и предусматривать, в первую очередь, при проектировании шахт нового технического уровня.

5.1.2. Независимо от принятого варианта автоматизации должны предусматриваться два способа управления загрузочно-разгрузочными механизмами горных и механизированных бункеров:

автоматическое управление, при котором пуск и останов соответствующих загрузочных и разгрузочных механизмов бункера и регулирование режимов их работы (при необходимости) осуществляются без участия людей по управляющим командам, вырабатываемым технологическими датчиками и регуляторами с учетом уставок производительности разгрузочных механизмов, задаваемых оптимизатором режимов работы системы бункеров или оператором (диспетчером) с центрального

пункта управления (ЦПУ) подземным транспортом шахты, и с соблюдением требуемых защитных отключений и блокировок;

местное автоматизированное управление, при котором пуск и останов соответствующих загрузочных и разгрузочных механизмов бункера и регулирование режимов их работы (при необходимости) осуществляет оператор с местного пункта управления (МПУ), расположенного около подбункерного питателя или приема-разгрузочной части механизированного бункера, с соблюдением требуемых защитных отключений и блокировок.

5.1.3. Нормально загрузочно-разгрузочные механизмы горных и механизированных бункеров должны работать в режиме автоматического управления, т.е. без участия людей и в их управлении. Местное автоматизированное управление является вспомогательным и вводится в действие лишь при неисправном состоянии средств автоматизации или при выполнении ремонтно-наладочных работ.

Изменение способа управления должно осуществляться путем установки в соответствующее положение специального переключателя, размещаемого на корпус основного блока автоматизации бункера.

5.1.4. В режиме автоматического управления аппаратура автоматизации горного бункера должна выполнять следующие функции управления:

пуск механизма разгрузки (подбункерного питателя) при достижении заданного промежуточного уровня заполнения бункера и готовности подбункерного транспортного средства к приему груза;

оперативный останов механизма разгрузки при достижении заданного нижнего уровня заполнения бункера, исключающего закорачивание вентиляционной струи, или при исчезновении состояния готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, а также при поступлении с ЦПУ или от оптимизатора режимов работы системы бункеров

сигнала запрета разгрузки данного бункера.

5.1.5. В зависимости от назначения механизированного бункера система автоматики должна в одних случаях предусматривать его работу в режиме аккумуляирования горной массы при отсутствии готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, обеспечивая нормально транзитную выдачу груза от надбункерного к подбункерному транспортному средству, минуя бункер, а в других случаях - работу его в режиме сглаживания неравномерности грузопотока, выдаваемого к подбункерному транспортному средству.

5.1.6. Независимо от принятого режима работы механизированного бункера аппаратура его автоматизации должна предусматривать выполнение следующих функций управления:

пуск механизма загрузки при поступлении горной массы к бункеру и отсутствии готовности к приему груза подбункерным транспортным средством, если в бункере есть свободная емкость;

пуск механизма разгрузки при отсутствии поступления горной массы к бункеру и готовности подбункерного транспортного средства к приему груза, если бункер заполнен до заданного промежуточного уровня или полностью;

оперативный останов механизма загрузки после заполнения всей полезной емкости бункера или при прекращении поступления к нему горной массы;

оперативный останов механизма разгрузки при опорожнении всей полезной емкости бункера или отсутствии готовности к приему груза от него подбункерным транспортным средством, а также при поступлении с ЦПУ или от оптимизатора режимов работы системы бункеров сигнала запрета разгрузки данного бункера.

5.1.7. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна обеспечивать аварийный останов соответствующих

загрузочно-разгрузочных механизмов бункера при:

срабатывании электрической защиты электроприводов загрузочно-разгрузочных механизмов бункера;

возникновении неисправностей в механической и гидравлической частях загрузочно-разгрузочных механизмов бункера, вызывающих нарушение нормального режима их работы или нарушающих технику безопасности;

застревании (заштыбовке) горной массы в горловине горного бункера или в разгрузочном окне подбункерного питателя, а также в месте разгрузки механизированного бункера;

превышении допустимого уровня транспортируемого материала в месте загрузки приемного конвейера из данного бункера в течение 1,5 - 4,0 с;

подаче человеком команды на экстренное отключение механизированного бункера с любого места по его длине и при снятии ограждений приводной и натяжной станций;

поступлении команды на отключение механизированного бункера от автоматических средств обнаружения, сигнализации и тушения пожаров.

5.2. Общие требования к сигнализации и блокировке

5.2.1. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна обеспечивать автоматическую подачу следующих сигналов:

вблизи зоны действия загрузочно-разгрузочных механизмов бункера - предупредительного звукового сигнала длительностью 5-8 с перед включением этих механизмов в работу;

на пункте управления надбункерными транспортными средствами - непрерывного светового сигнала о готовности бункера к приему от них груза и мигающего светового сигнала об аварийном останове механизмов бункера;

на пункте управления подбункерными транспортными средствами - непрерывного светового сигнала о готовности бункера к выдаче груза и мигающего светового сигнала об аварийном останове механизмов бункера.

5.2.2. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать следующие виды сигнализации на ЦПУ:

автоматически подаваемый звуковой сигнал об экстренном и аварийном останове загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (только при местном автоматизированном управлении);

автоматически подаваемый мигающий световой сигнал о невыполнении управляющей команды на отключение двигателей загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (в том числе, вследствие залипания силовых контактов контактора);

световую индикацию (автоматическую или поисковую) о причинах аварийных отключений загрузочно-разгрузочных механизмов, указанных в п.5.1.7.; неисправности загрузочно-разгрузочных механизмов должны быть детализированы с учетом специфики используемого вида механизма.

5.2.3. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать возможность представления на ЦПУ:

автоматически подаваемых световых сигналов о рабочем состоянии загрузочно-разгрузочных механизмов бункера и о переводе загрузочно-разгрузочных механизмов бункера в режим местного автоматизированного управления, а также звукового прерывистого и светового мигающего сигнала об аварийном и экстренном отключениях загрузочно-разгрузочных механизмов бункера;

световых сигналов, выдаваемых по запросу оператора (диспетчера), о причинах аварийного останова загрузочно-разгрузочных механизмов бункера по п. 5.1.7., о невыполнении управляющей команды

на отключение двигателей загрузочно-разгрузочных механизмов бункера (в том числе, вследствие залипания силовых контактов контактора) и о неисправном состоянии предупредительной сигнализации механизированного бункера.

Выполнение требований настоящего пункта в режиме местного автоматизированного управления загрузочно-разгрузочными механизмами бункера не обязательно.

5.2.4. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров, входящих в транспортную систему с оптимизированным управлением, кроме того, должна предусматривать возможность выдачи на ЦПУ по запросу оператора (диспетчера) контрольных сигналов о количестве горной массы, находящейся в бункере (степени заполнения бункера), и о заданной уставке производительности его разгрузочного механизма.

5.2.5. Аппаратура автоматизации горных и механизированных бункеров должна предусматривать блокировки, исключающие возможность включения:

механизированного бункера - без подачи в его зоне предупредительного звукового сигнала установленной длительности, при обрыве или коротком замыкании цепей экстренного отключения с любого места по его длине, при открытом состоянии ограждений его приводных, натяжных и концевых станций, которые могут быть сняты в процессе чистки;

разгрузочного механизма бункера - при превышении допустимого уровня транспортируемого материала в месте загрузки подбункерного транспортного средства (приемного конвейера) из данного бункера в течение 1,5 - 4,0 с;

загрузочно-разгрузочных механизмов бункера - после их аварийных отключений до момента ручной деблокировки на месте;

надбункерного транспортного средства – при отсутствии свободного места в бункере для приема груза или неисправности её загрузочно-разгрузочных механизмов, а также при отсутствии готовности подбункерного транспортного средства к приему транзитно выдаваемого груза.

6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ

6.1. Меры безопасности при строительстве горных бункеров

6.1.1. Горные бункеры должны закладываться, как правило, в крепких тектонически ненарушенных породах по возможности в зонах, не подверженных влиянию очистных работ.

Расстояние бункера от стволов, машинных камер и других ответственных горных выработок и сооружений не должно ослаблять породного массива между бункером и этими объектами.

6.1.2. До начала строительства непосредственно бункера должно быть закончено сооружение горных выработок на уровне верхней и нижней его отметок и обеспечено их проветривание за счет общешахтной депрессии.

Верхняя и нижняя части строящегося бункера должны ограждаться металлической решеткой высотой не менее 2,5 м с ячейками не более 20 x 20 см. Для прохода людей устанавливаются решетчатые двери, на которых вывешивается предупредительный плакат с надписью **"ВНИМАНИЕ"** Вертикальная (крутонаклонная) выработка. **"Посторонним вход воспрещен!"**

6.1.3. Для обеспечения проветривания бункера за счет общешахтной депрессии в период строительства в его сечении вдоль оси на всю высоту должна быть пробурена скважина. Диаметр скважины опре-

деляется по расчету требуемого количества воздуха и должен быть не менее 200 мм. Скорость воздушной струи по скважине должна быть не менее 0,25 м/с. Верхняя часть скважины должна быть закрыта решеткой с ячейками не более 4 x 4 см.

Запрещается использование этой скважины для других целей (транспортирования отбитой горной массой, прокладки коммуникаций и прочее). При необходимости для этих целей должна буриться отдельная скважина. Выработка в нижней части бункера в этом случае должна быть оборудована средствами для транспортирования горной массы.

При бурении дополнительной скважины для транспортирования отбитой горной массы она должна располагаться по оси бункера, а вентиляционная – параллельно ей, ближе к периферии. В бункерах большого сечения рекомендуется бурить две вентиляционные скважины у противоположных стенок бункера.

6.1.4. При завершении проходки бункера, соединяющего выработки со свежей и исходящей струей воздуха, должны быть приняты меры, исключаящие закорачивание струи через бункер.

6.1.5. Крепление бункеров, проведенных в неустойчивых породах, должно вестись вслед за проходкой. При проведении бункеров малой высоты в устойчивых породах крепление можно производить снизу вверх после полного завершения проходки.

6.1.6. Допустимое отставание временной крепи от постоянной зависит от прочности боковых пород и во всех случаях не должно быть более 2 м. Пустоты за крепью должны быть заложены негорючими материалами.

6.1.7. Буровзрывные работы должны вестись с учетом максимального сохранения целостности массива пород.

6.1.8. По окончании проходки верхняя часть бункера должна

перекрываются с оставлением проемов для загрузки и проветривания. Прорезы для проветривания размером не менее 0,6 x 0,6 м располагаются по обе стороны от загрузочного проема у стенок бункера и перекрываются надежной металлической решеткой с ячейками 5 x 5 см.

6.2. Эксплуатация горных бункеров

6.2.1. Эксплуатация горных бункеров должна, как правило, осуществляться без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

6.2.2. С целью снижения износа днища и исключения замыкания вентиляционной струи через бункер в нем постоянно должен находиться герметизирующий слой материала, высота которого определяется опытным путем и лежит в пределах 2-4 м.

6.2.3. При бункеровании газоносных углей в исходящей из бункера струе воздуха в 15 м от места его загрузки должен устанавливаться датчик метана, отключающий загрузочные устройства в случае наличия метана свыше допустимых норм.

6.2.4. Количество воздуха, подлежащего отсосу из бункеров с углем, выделяющим метан, определяется по формуле

$$Q = \alpha_0 \frac{Q_T (P_{T+2} - P_T)}{q_M}, \quad (6.1)$$

где α_0 - остаточная метанообильность отбитого угля в зоне выемки, м³/т (рассчитывается по п. 3.1 "Дополнений к "Руководству по проектированию вентиляции угольных шахт". - М.: Недра, (1981); Q_T - производительность конвейера, заполняющего бункер, т/ч; P_{T+2} - выделение метана из угля в процентах от максимального за время с момента добычи до конца загрузки при минимальном времени загрузки (принимается по табл.6.1); P_T - выделение метана в процентах от максимального за время с момента добычи до начала загрузки (принимается по табл.6.1); q_M - допустимая кон-

центрация метана, % ($q_M = 2\%$).

Таблица 6.1

Выделение метана из угля за время после отбойки

Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %	Время с момента отбойки, ч	Выделение метана, %
1	61	5	67	9	70	16	75
2	63	6	68	10	71	18	76
3	64	7	69	12	73	20	78
4	65	8	70	14	74	24	79

6.2.5. Со стороны поступающей струи в загрузочному проему бункера на расстояние 5 м должен быть подведен противопожарный трубопровод диаметром не менее 100 мм с задвижкой и полугайкой для подключения гибкого рукава. Там же в специальном ящике должен храниться гибкий рукав с полугайкой и стволом. В этом же месте устанавливаются два огнетушителя.

Освещение прилетающих к бункеру горных выработок должно быть выполнено по нормам, приведенным в табл. XV.1 и XV.2 § 470 [19].

6.2.6. Место загрузки бункера должно быть ограждено сплошным или сетчатым ограждением.

В выработках, примыкающих к местам загрузки и разгрузки бункера, с обеих сторон от них на расстоянии 5 м должны быть вывешены трафареты с надписью "бункер" [4].

6.2.7. Пункты загрузки и разгрузки и вспомогательное оборудование должны осматриваться обслуживающим персоналом ежемесячно.

При осмотре пунктов загрузки и разгрузки особое внимание следует уделять источникам пылеобразования и просыпи угля на почву. Вспомогательное оборудование должно обслуживаться в соответствии с руководствами по эксплуатации на это оборудование.

6.2.8. Периодически, не реже одного раза в месяц, бункер должен осматриваться лицом технического надзора. При значительном сокращении полезного объема за счет налипания горячей массы необходимо производить очистку бункера с помощью механических или пневматических средств. В исключительных случаях по письменному разрешению главного инженера шахты очистка бункеров может производиться вручную специально обученными рабочими (не менее двух человек). Очистка должна производиться в присутствии лица технического надзора после дополнительного инструктажа рабочих на месте. Рабочие, выполняющие очистку бункера, должны снабжаться специальными приспособлениями: предохранительными поясами ПШ-2, автоматическими предохранительными устройствами АПУ и т.п. Предохранительные пояса должны быть испытаны и промаркированы.

Зачистку остатков угля в бункерах разрешается производить только сверху вниз. Спуск рабочих в бункер на глубину более 1 м от верхнего уровня материала не допускается.

6.2.9. Для осмотра, очистки и производства текущих ремонтов верхние перекрытия горных бункеров должны иметь люки с возможностью установки подъемников, оборудованных рабочими полками или подъемными сосудами.

6.2.10. Перед спуском рабочего в бункер лицо, отвечающее за безопасность работ при зачистке, обязано: замерить концентрацию метана в бункере, работать в бункере при содержании метана 2 % и более запрещается; до спуска рабочего в бункер снять напряжение грузочно-разгрузочных механизмов, проверить пробным включением отсутствие напряжения и вывесить плакаты "Не включать, в бункере люди!" Плакаты могут быть сняты после выхода всех людей из бункера и только по указанию лица, ответственного за очистку бункера.

6.2.11. Спуск людей в бункер для ремонта крепи, ремонта или

замены грузочных устройств, спиральных или каскадных спусков, а также производства других работ допускается только по специально разработанным и утвержденным мероприятиям (технологическим картам).

6.2.12. При замене футеровки спиральных спусков следует стремиться к одновременной её замене на возможно больших участках. Это снижает количество переходов от изношенной футеровки к новой и увеличивает срок её службы.

6.2.13. Капитальный ремонт бункера должен выполняться по специальному проекту, утвержденному главным инженером шахты.

6.2.14. Рядовые угли не должны находиться в горном бункере более 24 часов, а материалы с глинистыми примесями – более 8 часов.

6.2.15. Зависание материала в бункере допускается ликвидировать механическим, гидравлическим или пневматическим устройствами. Ручная ликвидация зависаний может производиться только по письменному разрешению главного инженера шахты.

6.2.16. В горных бункерах должен осуществляться контроль верхнего и нижнего уровней заполнения. Число дополнительных промежуточных уровней контроля заполнения бункера определяется, исходя из принятой системы автоматизированного контроля и управления бункерами.

6.3. Монтаж и наладка механизированных бункеров

6.3.1. Монтаж механизированных бункеров производится в соответствии с утвержденным проектом установки, разработанным на основании руководства по эксплуатации бункера и Правил безопасности [18].

6.3.2. Проект должен содержать: выкопировку из плана горных работ с указанием места установки, краткое описание конструкции, принципиальную электрическую схему и схему электроснабжения, привязку бункера к сопрягаемому оборудованию с соблюдением необходимых зазоров, сечение и длину выработки, месте расширения (в случае

необходимости), организацию спуска бункера в шахту, монтажа и эксплуатации его, и меры безопасности при производстве монтажных работ и эксплуатации.

6.3.3. Перед спуском в шахту рекомендуется производить контрольную сборку бункера для опробования его в работе, ознакомления и обучения обслуживающего персонала с особенностями монтажа и приемами управления бункером. На поверхности следует проверять работу на холостом ходу механизмов бункера и аппаратуры контроля и управления. Спуск бункера в шахту допускается только после осмотра и приемки выработки, предназначенной для монтажа, и прилегающих к ней выработок, по которым производится доставка бункера.

6.3.4. Подготовка выработки для бункера производится одновременно с монтажом на поверхности и включает: расширение выработки в необходимых местах, сооружение фундаментов, укладку брусьев, установку оборудования для производства монтажа (лебедки, электрические, гидравлические, ручные тали), монтаж средств доставки, установку светильников, удаление из выработки посторонних предметов и оборудования.

Осветительные установки должны проектироваться и размещаться в выработках в соответствии с требованиями Правил безопасности и Правил технической эксплуатации.

Для прямолинейной установки бункера в выработке должна быть намечена его ось. Маркшейдерские реперы по оси бункера должны располагаться через 10-15 м.

6.3.5. Элементы бункера при спуске в шахту должны грузиться на платформы. Все платформы должны иметь условную маркировку по месту и очередности их доставки. Мелкие детали доставляются в шахту в закрытых ящиках, которые закрепляются на платформах или

укладываются в вагонетки.

6.3.6. Спуск элементов бункера по стволам и доставка до места монтажа производится в последовательности, предусмотренной графиком монтажа.

6.3.7. Разгрузка и установка секций бункера на место осуществляется талыми, лебедками или крайсовыми балками. Грузоподъемность устройств оговаривается в проекте установки бункера.

6.3.8. Монтаж бункера с неподвижными бортами следует производить в такой последовательности; установка разгрузочной секции, сборка линейных секций с одновременной сборкой рабочего органа, установка хвостовой секции, соединение и натяжение рабочего органа. Монтаж привода выполняется одновременно с монтажом соответствующей концевой секции. После сборки бункера производится монтаж электрооборудования, устанавливаются оросительные устройства, сигнализация, средства контроля и управления.

Исправность подготавливаемой к монтажу электроаппаратуры должна проверяться при открытых крышках согласно инструкциям, прилагаемым к отдельным электроаппаратам.

6.3.9. Монтаж бункеров с движущимися бортами выполняется в следующей последовательности: сборка донного конвейера и направляющего става грузомещающего желоба, сборка грузомещающего желоба и привода бункера, затем сборка остального оборудования и электроаппаратуры.

6.3.10. Монтаж ликовых и цепевых бункеров начинается со сборки секций грузомещающего желоба с одновременной сборкой загрузочного и разгрузочного конвейеров. Далее производится сборка выпускных ликов и затворов, гидро- и электрооборудования.

6.3.11. Перед опробованием бункера входостую проверяется наличие масла в редукторах и смазки в подшипниковых узлах, эмульсии

в гидромуфтах, натяжение рабочего органа. При опробовании вхолостую проверяется работа всех узлов и механизмов бункера, производится наладка средств контроля и управления. При опробовании бункера под нагрузкой загрузка осуществляется поэтапно: на 25, 50, 75 и 100 % его вместимости. Проверяется работа загрузочных и разгрузочных устройств, средств пылеподавления, защиты, сигнализации и средств автоматизации управления.

6.3.12. Требования по технике безопасности при монтаже и наладке бункеров заключаются в следующем: рабочие и лица технического надзора, занятые на монтажных работах, должны быть ознакомлены с проектом монтажа бункера;

транспортные и погрузочно-разгрузочные средства должны быть в исправном состоянии и осматриваться надзором перед их применением; стропы, прицепные устройства (петли) должны иметь паспорта.

При производстве монтажа с помощью лебедки управление ею может производиться дистанционно или с места установки лебедок, если они находятся не более чем в 10 м от места работ по монтажу. Все лебедки должны быть оборудованы средствами сигнализации. При работе с лебедками запрещается находиться в зоне действия каната; все операции по погрузке и разгрузке оборудования осуществляются под непосредственным руководством лица технического надзора;

при погрузке элементов бункера на платформы верхняя кромка их должна находиться на высоте не более 1,6 м от головки рельсов;

стропы отцеплять можно только в том случае, когда груз уловен на место и находится в устойчивом положении;

запрещается разгружать элементы оборудования опрокидыванием и "забуриванием" платформы;

монтажные работы должны производиться звеном не менее двух человек под руководством лица технического надзора.

6.4. Меры безопасности при эксплуатации механизированных бункеров

6.4.1. Эксплуатация механизированного бункера допускается только после приемки его комиссией с участием представителей горно-технической инспекции и наладочного управления. Эксплуатация бункера должна осуществляться в соответствии с руководством по эксплуатации.

6.4.2. Обслуживание и планово-предупредительный ремонт бункера организуются следующим образом: ежедневно производится осмотр, проверка и устранение обнаруженных неисправностей; один раз в неделю производится плановый ремонт оборудования по графику ППР; текущие ремонты проводят в сроки, предусмотренные графиком, каждый годующий ремонт заканчивается наладкой и опробованием бункера; капитальные ремонты осуществляются на рудоремонтном заводе, графики проведения которых составляет энергомеханический отдел шахты.

6.4.3. Ежемесячно инженерно-технические работники участка проверяют выполнение правил эксплуатации бункера и его техническое состояние.

6.4.4. Для организации безаварийной и безопасной эксплуатации бункера должны быть приказом по шахте назначены лица, ответственные за их состояние. К обслуживанию бункера могут быть допущены лица, обладающие необходимыми техническими знаниями и производственными навыками по обслуживанию и ремонту шахтного оборудования и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6.4.5. При эксплуатации необходимо обеспечить регулярный контроль за состоянием крепления и почвы выработки.

6.4.6. Скорость воздушной струи в выработке, в которой установлен бункер, должна исключать интенсивное пылеобразование и загазирование выработки выше норм, установленных Правилами безопасности.

6.4.7. При эксплуатации механизированного бункера должна быть предусмотрена профилактическая очистка внутренних поверхностей грузомещающего желоба от налипшего материала. Периодичность очистки зависит от физико-механических свойств груза и устанавливается технической службой шахты.

6.4.8. Во время эксплуатации бункера, концевые секции которого устанавливаются на фундаментных основаниях, необходимо периодически проверять затяжку фундаментных болтов.

6.4.9. Запрещается изменять конструкцию бункера, пусковой аппаратуры, средств автоматизации и защиты без согласования этих изменений в установленном порядке.

6.4.10. В выработках, где установлены бункеры, должны быть расположены два ручных огнетушителя и ящик с песком или инертной пылью вместимостью не менее 0,2 м³ на расстоянии 3-5 м от концевых секций со стороны поступления струй воздуха и через каждые 50 м по длине бункера.

6.4.11. Противопожарно-оросительный трубопровод должен оборудоваться пожарными кранами, расположенными на расстоянии 10 м в обе стороны от каждой концевой станции, рядом с которыми в специальных ящиках должны храниться ствол со опрыском 19 мм и рукав диаметром 66 мм и длиной 20 м, снабженный с обоих концов соединительными головками.

6.4.12. Перед началом ремонтных работ бункер должен быть разгружен и остановлен. Пусковая аппаратура должна быть заблокирована и на ней вывешен плакат "Не выключать! Работают люди". Плакат может быть снят после завершения ремонтных работ лицом, ответственным за эти работы.

6.5. Расчет экономической эффективности применения бункеров

6.5.1. Экономический эффект от применения бункеров должен определяться, исходя из выполняемых ими технологических функций.

6.5.2. Применение стглаживаемых бункеров позволяет снизить капитальные затраты на транспортное оборудование, а на действующих шахтах - увеличить пропускную способность транспортных звеньев. Аналогичный эффект достигается при применении приемных, погрузочных и дозирующих бункеров.

6.5.3. Смешивающие и разделяющие бункеры позволяют поддерживать качество угля в заданных пределах и избежать потерь, связанных с повышением цены на более зольный уголь.

6.5.4. Применение аварийных бункеров снижает или полностью устраняет влияние простоев транспортных линий на работу забросов и за счет этого дает возможность получить экономию на условно-постоянных расходах.

6.5.5. Во всех случаях расчет экономического эффекта от применения бункера необходимо выполнять для проектируемых конвейерных линий в соответствии с [14];

6.5.6. Годовой экономический эффект от применения стглаживающих угольных бункеров в проектируемой конвейерной линии определяется по формуле

$$Э_{\text{п}} = П_{\text{к1}} - П_{\text{к2}} - П_{\text{в}} - С_{\text{п.п.}}, \quad (6.2)$$

где $П_{\text{к1}}$ и $П_{\text{к2}}$ - приведенные затраты на подбункерную конвейерную линию соответственно до и после применения бункера, руб.,

$$П_{\text{к1}} = (C_{\text{п}} + E_{\text{н}} K_{\text{уб.в}}) A_{\text{п}}, \quad (6.3)$$

$$P_k = (C_1 + E_k K_{уд}) A_1; \quad (6.4)$$

C_1 и C_2 - эксплуатационные затраты на транспортирование угля подбункерной линией соответственно до и после внедрения бункера, руб/т; $K_{уд1}$, $K_{уд2}$ - удельные капитальные вложения на подбункерную конвейерную линию соответственно до и после внедрения бункера, руб/т; A_1 - проектный объем транспортируемого угля, т/год; P_8 - приведенные затраты на бункер, руб.

$$P_8 = C_8 A_1 + E_k (C_0 + V_0 E); \quad (6.5)$$

где C_8 - эксплуатационные затраты на бункер, руб/т; C_0 - стоимость узлов бункера, которая для данного типа бункеров не зависит от емкости, руб; V_0 - стоимость 1 м³ линейной части бункера, руб/м³; E - вместимость бункера, м³; $C_{пл}$ - стоимость потерь добычи из-за отказов и переполнений бункера, руб.

Для механизированных бункеров, в которых в случае отказа или переполнения уголь может пропускаться напрямую, т.е. не происходит остановки забоя по этим причинам, $C_{пл} = 0$.

Для горных бункеров, схемы сооружения которых не обеспечивают прием груза из очистного забоя при их переполнении и отказах:

$$C_{пл} = A_1 (f_{ш} + f_n) C_{ш}; \quad (6.6)$$

где A_1 - объем потерь добычи за год из-за переполнения бункера или его отказов, т.

6.5.7. Годовой экономический эффект от применения сглаживающих (усредняющих) бункеров в действующей конвейерной линии

$$Z_9 = C_1 A_1 - C_2 A_2 + (A_2 - A_1) (f_{ш} + f_n) \frac{C_{ш}}{K_{ш}} - C_{пл}, \quad (6.7)$$

где A_1 , A_2 - фактический объем угля, транспортируемый подбункерной конвейерной линией соответственно до и после установки бункера, т/год; $f_{ш}$ и f_n - доля условно-постоянных расходов в себестоимости соответственно по шахте и очистному забоям, %; $C_{ш}$ - себестоимость угля по шахте, руб/т.

6.5.8. Экономический эффект от применения аварийных аккумулярующих бункеров

$$Z_{10} = (K_2 - K_1) A_1 f_{ш} \frac{C_{ш}}{K_{ш}} - P_8, \quad (6.8)$$

где K_1 и K_2 - коэффициенты готовности конвейерной линии соответственно до и после установки бункера.

6.5.9. Экономия или убыток за счет изменения отпускной цены на уголь в результате повышения или снижения его качества

$$Z_{11} = A_2 (U_0 - U_1), \quad (6.9)$$

где U_1 и U_0 - оптовая цена угля соответственно до и после применения бункера, руб/т.

6.5.10. Экономический эффект от применения бункера, выполняющего одновременно несколько технологических функций, определяется суммированием эффектов по каждой из функций с учетом величин вместимостей бункера, используемых для выполнения тех или иных функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А л о т и н Л. М., Мерца л о в Р. В. Методическое указание по выбору оптимальных параметров шахтной конвейерной линии с усредняющим бункером на основе метода статистики воиких испытаний. - Караганда: КвРТИ, 1974. - 48 с.

2. Д о м б р о в с к и й Е. Е., З а р е ц к и й В. М.,

Перский В. Д. Механизированные бункерные установки угольной промышленности Англии. - М.: НИИИИ - Формтяжмаш, 1968. - 52 с.

3. Докучкин А. В. Основные проблемы горной науки. - М.: Недра, 1979. - 383 с.

4. Этинье требования к сигналам и знакам в подземных выработках и на шахтном транспорте угольных и сланцевых шахт. - Довоца: МакНИИ, 1981. - 66 с.

5. Зенков Р. Д. Механика насыпных грузов. - М.: Машиностроение, 1964. - 251 с.

6. Зенков Р. Д., Гриневич Г. П., Исаяв В. С. Бункерные устройства. - М.: Машиностроение, 1977. - 223 с.

7. Котов М. А., Зарцкий О. М. и др. Исследование динамики внутриминутных грузопотоков из высокопроизводительных очистных забоев угольных шахт. - В сб.: "Шахтный и конвейерный транспорт". - М.: Недра, В.З., 1977, с. 197 - 306.

8. Котов М. А., Кобулашвили Т. Л. Совершенствование методов проектирования систем конвейерного транспорта угольных шахт. - В сб.: "Конвейерный транспорт". - Киев: АН УССР, ИГТМ, 1978, с. 97 - 101.

9. Ковейеры ленточные шахтные. Методика расчета. ОСТ.12.14.130-79. - М.: 1980. - 70 с.

10. Лурье Э. С. Бункерные устройства углеобогатительных и брикетных фабрик. - М.: Недра, 1972. - 207 с.

11. Малец А. Л., Васин М. А. Измельчение угля в загрузочных комплексных околовольных дворов. - М.: ЦНИЭИуголь, Э.И.В. 12, 1982. - 27 с.

12. Методика расчета и выбора параметров привода

выравнивающих бункер-конвейеров. - М.: ИГД им. А.А.Скочинского, 1979, - 51 с.

13. Мерцалов Р. В., Син М. П. Установление шага скребков конвейерных бункеров. - В сб.: "Шахтный и карьерный транспорт". Вып. I. - М.: Недра, 1974. - с. 237-242

14. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: ЦНИЭИуголь, 1979, - 121 с.

15. Основные направления технического развития угольной промышленности СССР на 1981-1985 гг. и до 1990 г. - М.: Минуглепром СССР, 1980, - 80 с.

16. Основные положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1977. - 174 с.

17. Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ. - Под редакцией Б.Ф. Братченко. - М.: Недра, 1978. - 423 с.

18. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. - М.: Недра, 1976. - 399 с.

19. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. - М.: Недра, 1976. - 308 с.

20. Системы подземного транспорта на угольных шахтах. Под редакцией В.А. Пономаренко. - М.: Недра, 1972. - 237 с.

21. Солод Г. И. Технология производства горных машин и комплексов. - М.: МГМ, 1981, - 62 с.

22. Спиваковский А. С. Рудничный транспорт. - М.: Углетехиздат, 1953. - 624 с.

23. Справочник инженера-шахтостроителя. Том. I. - М.: Недра, 1983. - 754 с.

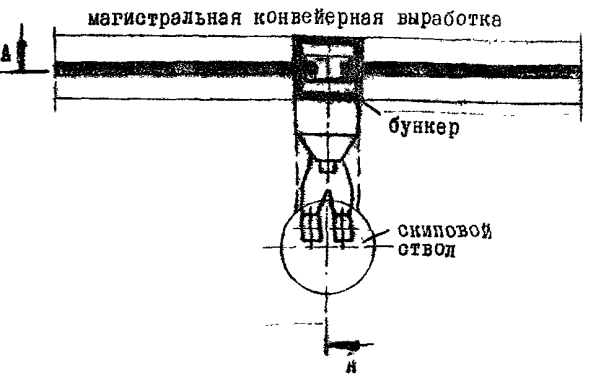
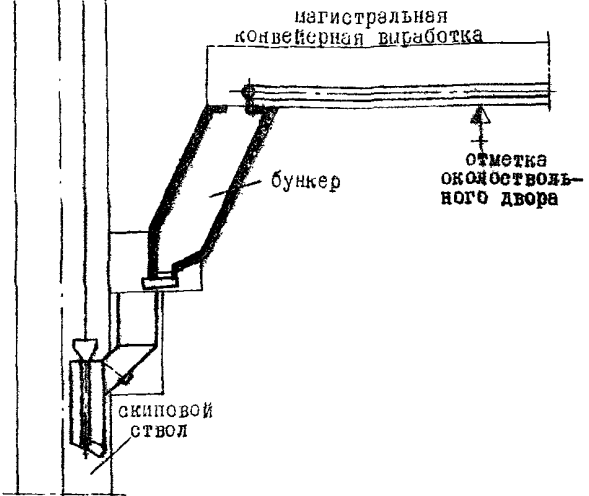
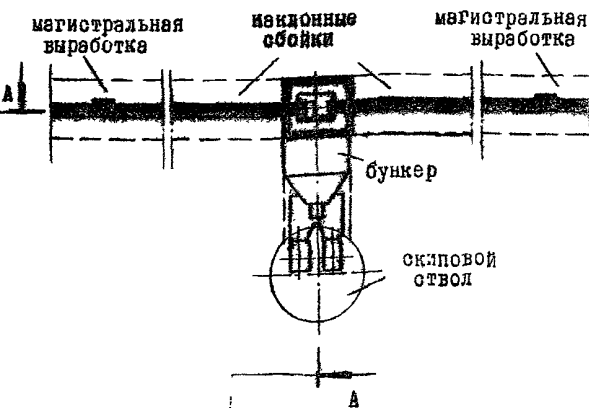
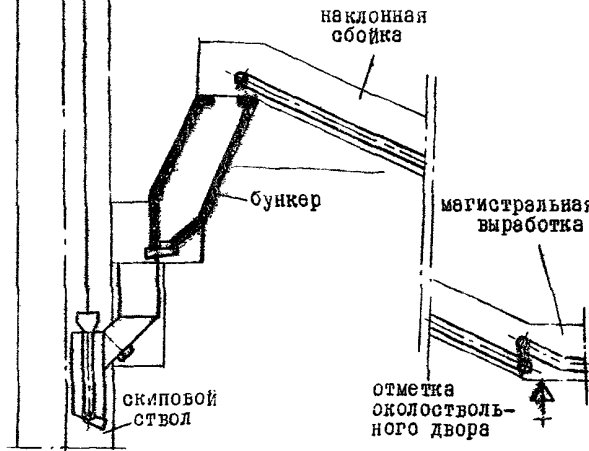
24. С т р о г о в В . И . , П л о х и н Д . С . , Е ф и м о в Т . П . Погрузочно-разгрузочные машины. - М.: Транспорт, 1970. - 271 с.

25. С т р о и т е л ь н ы е нормы и правила. Часть II, Глава 94. Подземные горные выработки. Нормы проектирования. СН и П II-94-80.- М.: Стройиздат, 1982. - 32 с.

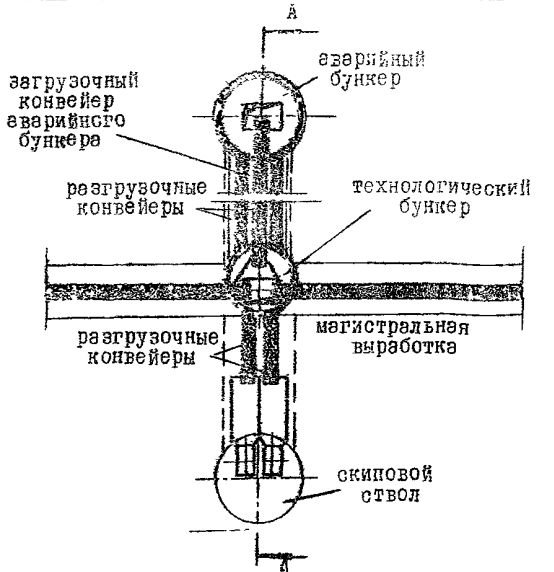
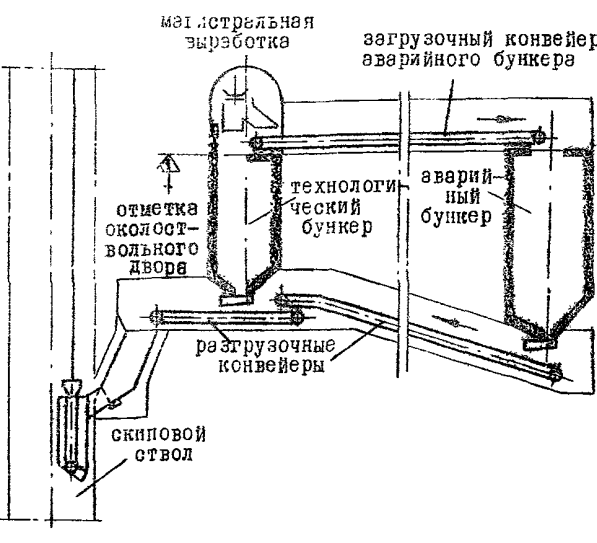
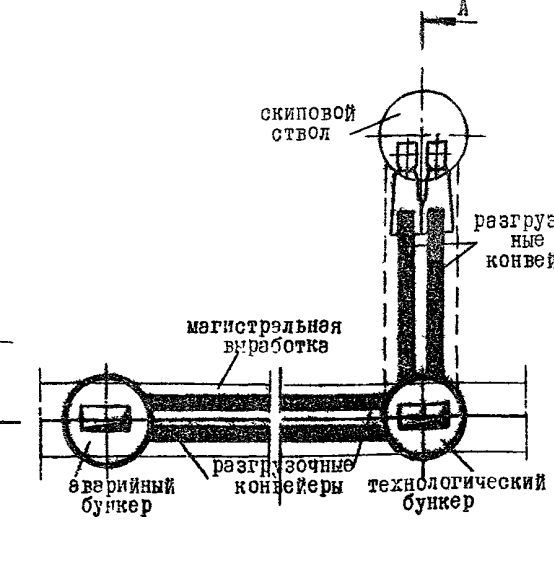
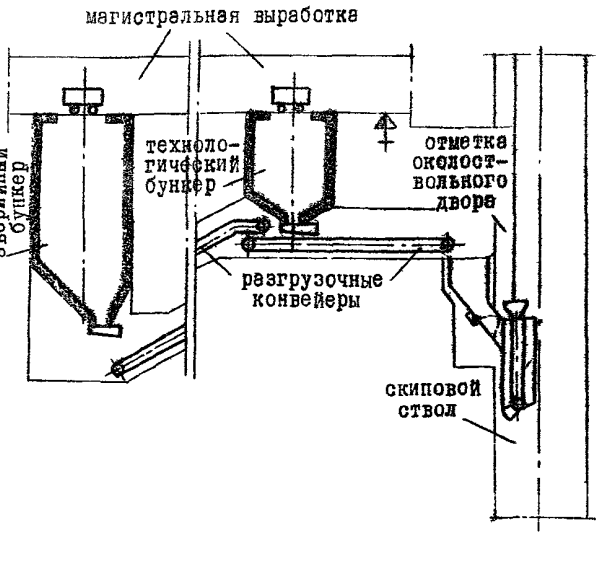
26. С и с о в а В . А . Исследование процесса формирования шахтных грузопотоков и разработка методов оптимизации технологических схем и параметров подземного транспорта угольных шахт. - Автореф. докт. дис. - М.: 1974. - 27 с.

27. Ш а х м е й с т е р Н . Г . , С о л о д Г . И . Подземные конвейерные установки. - М.: Недра, 1976. - 432 с.

28. М а й е р - ф у н к е А . Г . , Ф о с с К . Х . Расчет и оптимальное исполнение загрузочных устройств бункеров и бункерных спиральных спусков. Глюкауф, 1984, № 24, с. 8 - II.

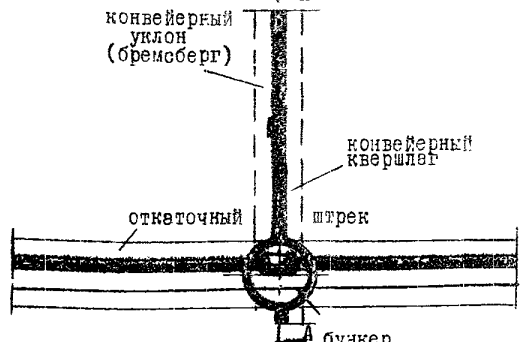
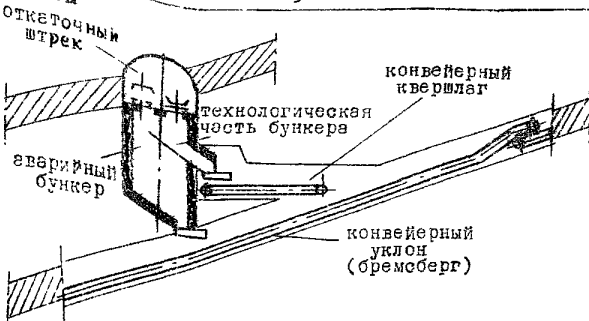
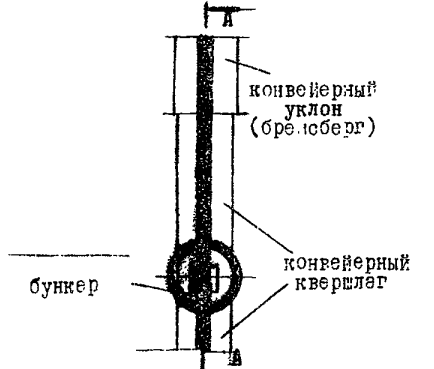
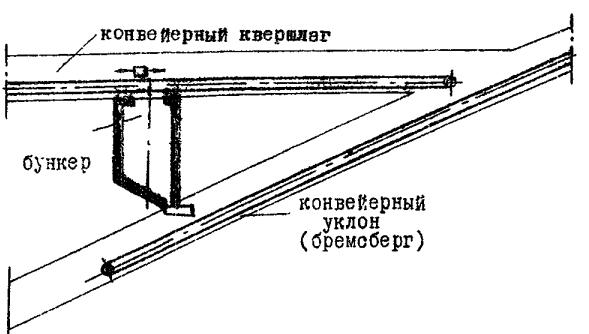
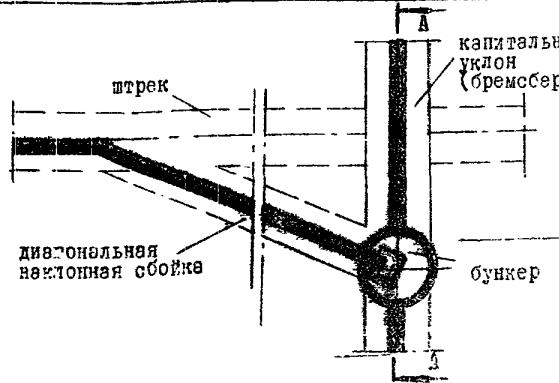
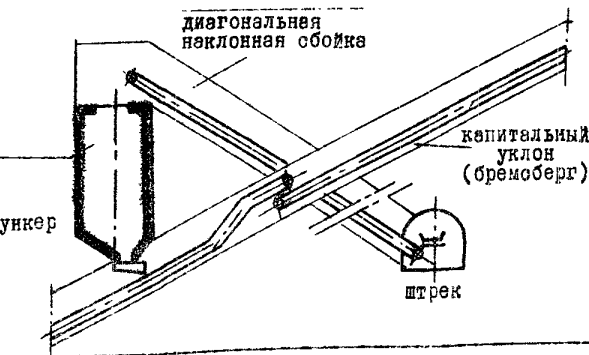
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А-А	Условия применения
I	<p style="text-align: center;">ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ</p> 		<p>При сооружении бункера непосредственно у скипового ствола ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола.</p>
II			<p>При сооружении бункера непосредственно у скипового ствола выше основной отметки околоствольного двора. Без углубки ствола, но с проведением дополнительных наклонных выработок для передачи груза с отметки околоствольного двора в бункер.</p>

I	2	3	4
III	<p>бункер магистральная выработка разгрузочный конвейер скиповый ствол</p>	<p>скиповый ствол разгрузочный конвейер магистральная выработка бункер отметка околоствольного двора</p>	<p>При оборудовании бункера отнесенного от скипового ствола и расположенного ниже основной отметки околоствольного двора. Без углубки ствола, но с проведением дополнительной наклонной выработки для передачи груза из бункера в дозатор скипового подъема.</p>
IV	<p>бункер наклонная обойка магистральная выработка разгрузочные конвейеры скиповый ствол</p>	<p>скиповый ствол наклонная обойка бункер магистральная выработка разгрузочный конвейер отметка околоствольного двора</p>	<p>При оборудовании бункера, отнесенного от скипового ствола и расположенного выше основной отметки околоствольного двора. Без углубки ствола, но с проведением дополнительной наклонной выработки с отметки околоствольного двора в бункер.</p>

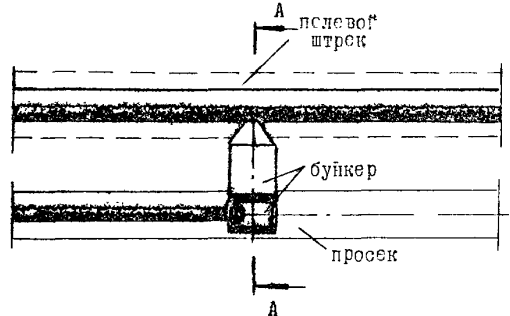
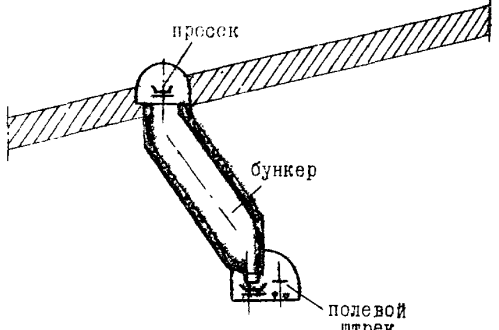
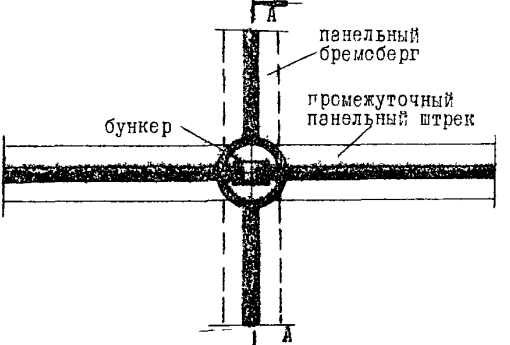
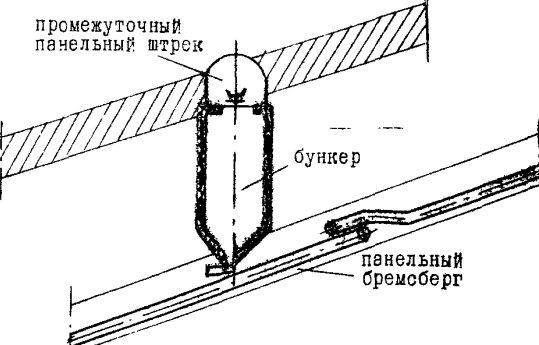
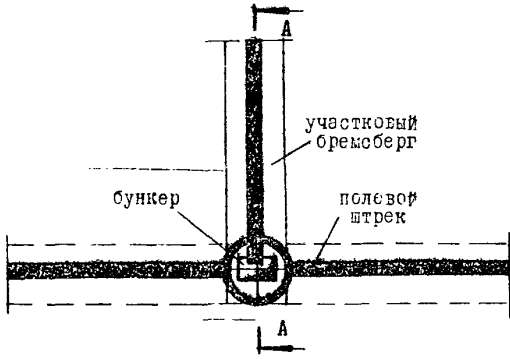
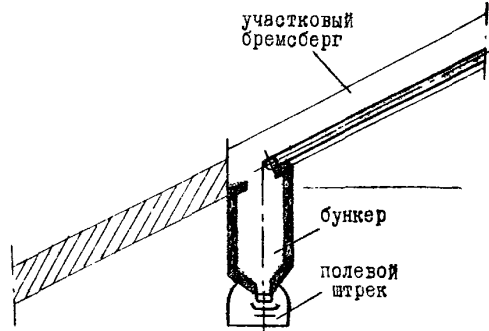
I	2	3	4
У			<p>При сооружении у скипового ствола двух бункеров- технологического и аварийного, при конвейерном транспорте, ниже основной отметки околоствольного двора.</p> <p>С углубкой ствола и проведением двух выработок: горизонтальной- для передачи груза с магистральной выработки в аварийный бункер и наклонной - для передачи груза из аварийного бункера в дозатор скипового подъема.</p>
УІ			<p>При сооружении у скипового ствола двух бункеров- технологического и аварийного, при рельсовом локомотивном транспорте ниже основной отметки околоствольного двора.</p> <p>С углубкой ствола и проведением наклонной выработки для передачи груза из аварийного бункера в дозатор скипового подъема.</p>

I	2	3	4
УП			<p>При сооружении у скипового ствола двух бункеров - угольного и породного, ниже основной отметки околоствольного двора. С углубкой ствола.</p>
УШ			<p>При сооружении у скипового ствола технологического и группы аварийных бункеров. С проведением горизонтальной (наклонной) выработки для передачи груза с магистральной выработки в аварийные бункеры и горизонтальной (наклонной) выработки для передачи груза из аварийных бункеров в дозатор скипового подъема.</p>

I	2	3	4
IX			<p>При сооружении бункера ниже основной отметки околоствольного двора в местах сопряжения магистральных выработок с наклонным стволом. С углубкой отвала.</p>
X			<p>При сооружении бункера выше основной отметки околоствольного двора в местах сопряжения магистральных выработок с наклонным стволом. Без углубки отвала, но с проведением дополнительных наклонных выработок для передачи груза с отметки околоствольного двора в бункер.</p>

I	2	3	4
XI	<p>МАГИСТРАЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ</p>  <p>конвейерный уклон (бремсберг)</p> <p>откаточный штрек</p> <p>бункер</p> <p>конвейерный квершлаг</p> <p>штрек</p>	 <p>откаточный штрек</p> <p>технологическая часть бункера</p> <p>бункер</p> <p>конвейерный квершлаг</p> <p>конвейерный уклон (бремсберг)</p>	<p>В местах сопряжения откаточного штрека с конвейерным уклоном (бремсбергом) при отработке оближенных пластов.</p> <p>При проведении уклона (бремсберга) по нижележащему пласти и дополнительной выработке для передачи груза из технологической части бункера на уклон (бремсберг).</p>
XII	 <p>конвейерный уклон (бремсберг)</p> <p>бункер</p> <p>конвейерный квершлаг</p>	 <p>конвейерный квершлаг</p> <p>бункер</p> <p>конвейерный уклон (бремсберг)</p>	<p>В местах сопряжения конвейерного квершлага с конвейерным уклоном (бремсбергом).</p> <p>С установкой в квершлагах нижнего сбросителя для подачи грузов в бункер.</p>
XIII	 <p>штрек</p> <p>бункер</p> <p>капитальный уклон (бремсберг)</p> <p>диагональная наклонная сойма</p>	 <p>диагональная наклонная сойма</p> <p>бункер</p> <p>капитальный уклон (бремсберг)</p> <p>штрек</p>	<p>В местах сопряжения стальных штреков с капитальными уклонами (бремсбергами) при полевой и пластовой подготовке.</p> <p>С проведением дополнительной наклонной выработки для передачи груза с полевого (пластового) штрека в бункер.</p>

I	2	3	4
XIV			<p>В местах сопряжения этажных штреков с капитальными уклонами (бремсбергами) при полевой и пластовой подготовке.</p> <p>С проведением горизонтальной диагональной выработки для передачи груза с полевого (пластового) штрека в бункер.</p>
XV			<p>В местах сопряжения штрека с конвейерным уклоном (бремсбергом) при отработке сближенных пластов.</p> <p>С проведением уклона (бремсберга) по нижележащему пласту.</p>
XVI	<p style="text-align: center;">УЧАСТКОВЫЕ БУНКЕРЫ</p>		<p>Над штреком при пластовой подготовке столбами по простиранию или падению пласта.</p> <p>С проведением дополнительной наклонной обойки между просеком и бункером.</p>

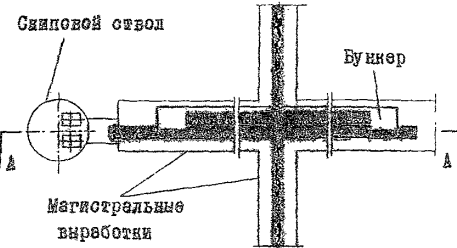
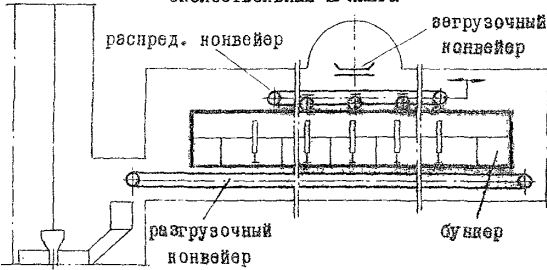
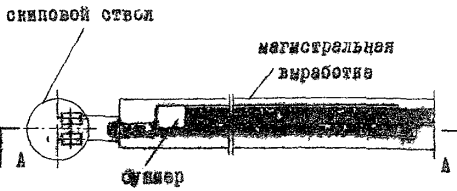
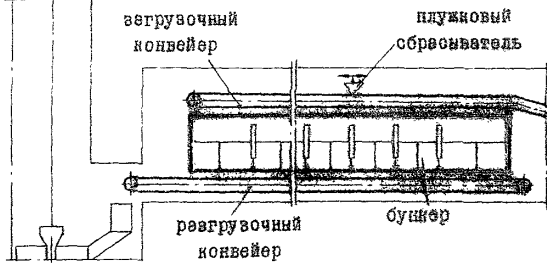
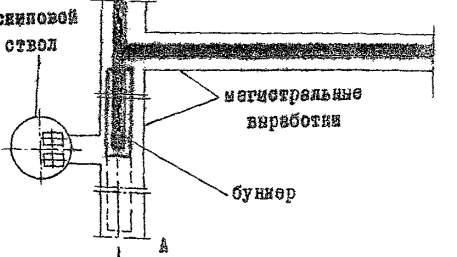
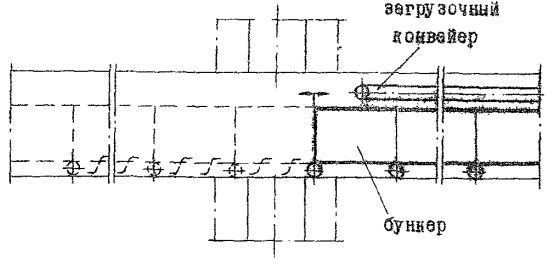
I	2	3	4
XVII	 <p>А слевоу штрек</p> <p>бункер</p> <p>просек</p> <p>А</p>	 <p>просек</p> <p>бункер</p> <p>полевоу штрек</p>	<p>Между просеком и полевым штреком при выемке отслабины по простиранию или падению пласта.</p>
XVIII	 <p>А</p> <p>панельный бремсберг</p> <p>бункер</p> <p>промежуточный панельный штрек</p> <p>А</p>	 <p>промежуточный панельный штрек</p> <p>бункер</p> <p>панельный бремсберг</p>	<p>В местах сопряжения промежуточного штрека с бремсбергом при панельной подготовке и этапной с придаточной подготовкой святи обильных пластов.</p> <p>С проведением грунтовог бремсберга по нижележащему пласту.</p>
XIX	 <p>А</p> <p>участковий бремсберг</p> <p>бункер</p> <p>полевоу штрек</p> <p>А</p>	 <p>участковий бремсберг</p> <p>бункер</p> <p>полевоу штрек</p>	<p>В местах сопряжения участковог бремсберга с полевым штреком при выемке столбями по падению пласта.</p> <p>С проведением полевогo этапного штрека в порогах почвы пласта.</p>

I	2	3	4
ЖК			<p>При сооружении бункера на верхней приемной площадке в местах сопряжения конвейерного уклона с откаточным или конвейерным штреком.</p>
ЖХ			<p>При сооружении бункера на верхней приемной площадке в местах сопряжения конвейерного уклона с обходной выработкой.</p>
ЖЛ			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения ярусного конвейерного штрека с пластовым конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию.</p>

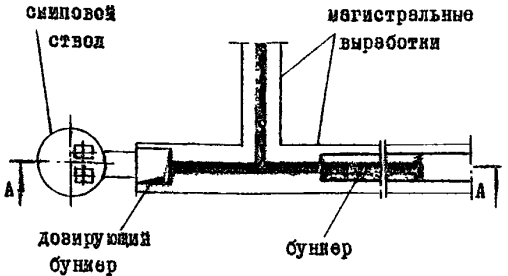
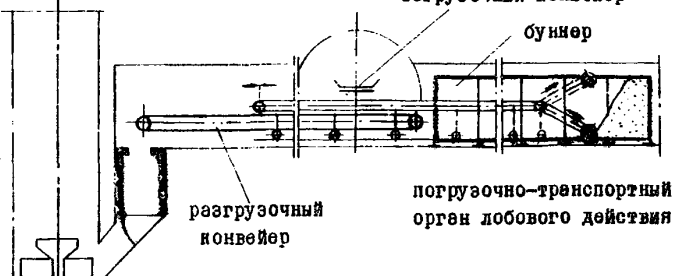
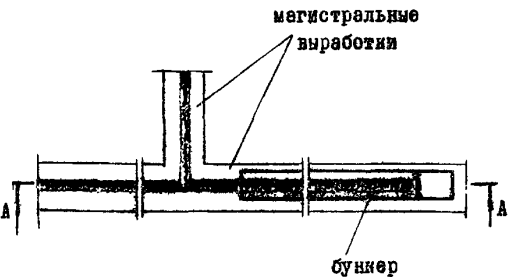
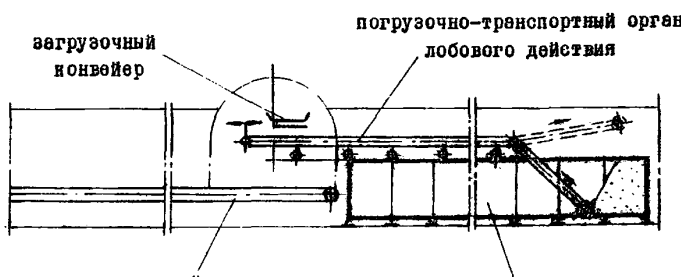
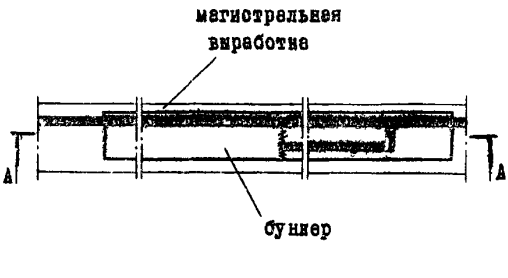
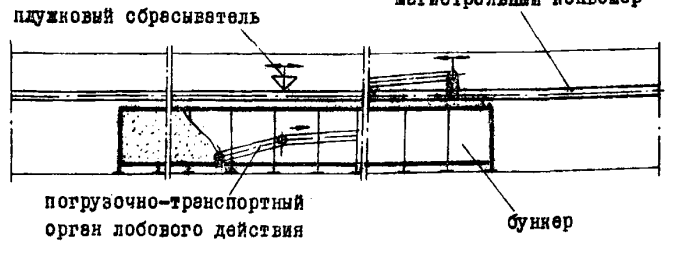
I	2	3	4
XXIII			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения ярусного пластового конвейерного штрека с панельным полевым конвейерным уклоном (бремсбергом) при отработке выемочного участка по простиранию.</p>
XXIV			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения обходной выработки пластового ярусного штрека с пластовым конвейерным уклоном при отработке выемочного участка по простиранию. С проведением горизонтальной обходной выработки.</p>
XXV			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения обходной выработки этажного штрека с пластовым конвейерным бремсбергом при отработке выемочного участка по простиранию. С проведением горизонтальной обходной выработки.</p>

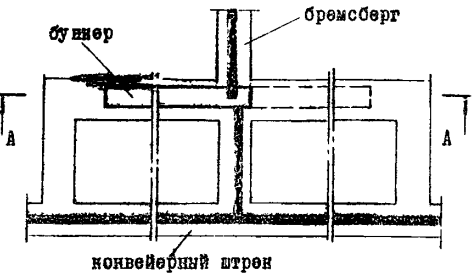
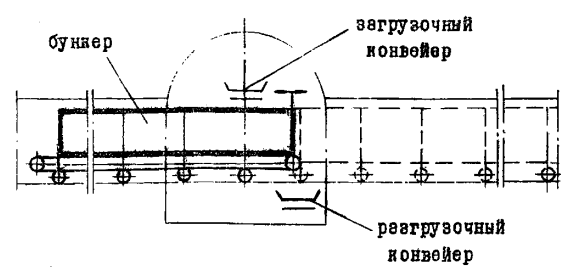
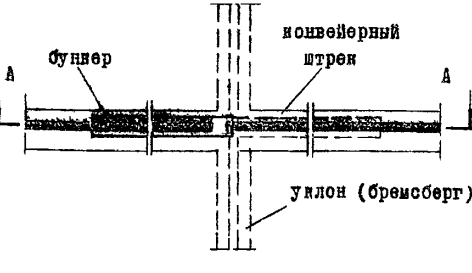
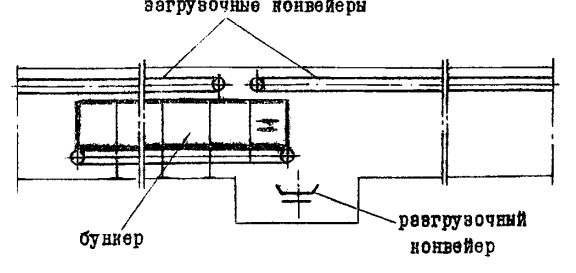
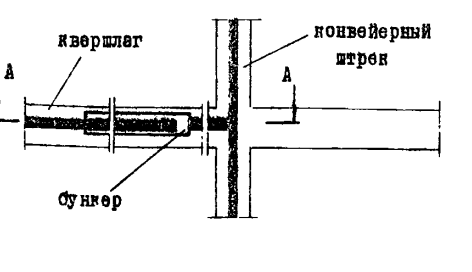
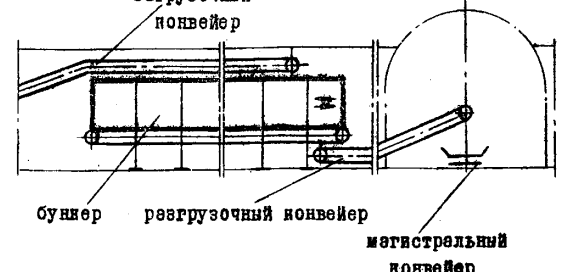
I	2	3	4
<p>XXVI</p>			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения полевого откаточного штрека с конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию.</p> <p>С проведением горизонтальной обходной выработки</p>
<p>XXVII</p>			<p>При сооружении бункера на промежуточной приемной площадке в местах сопряжения полевого конвейерного штрека с полевым конвейерным бремсбергом (уклоном) при отработке выемочного участка по простиранию.</p>
<p>XXVIII</p>			<p>При сооружении бункера на нижней приемной площадке в местах сопряжения панельного конвейерного бремсберга с откаточным или конвейерным штреком при отработке выемочного участка по простиранию.</p>

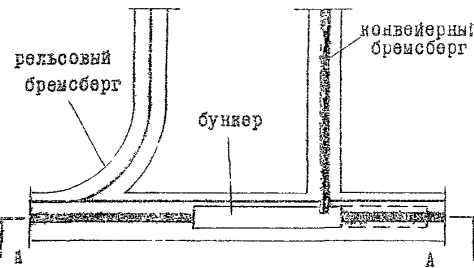
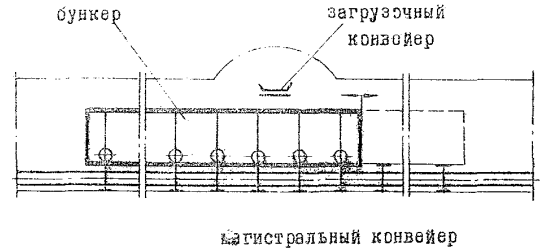
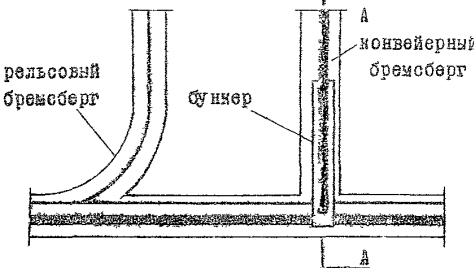
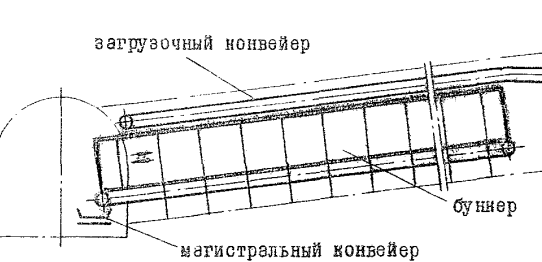
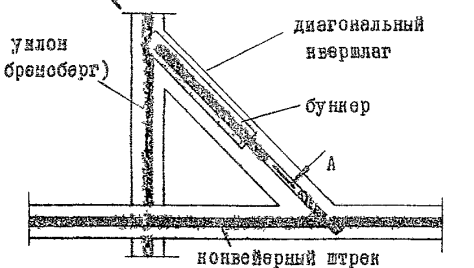
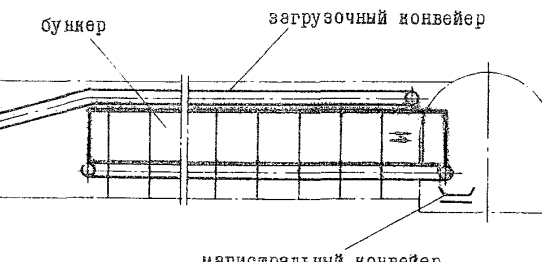
I	2	3	4
XXIX			<p>При сооружении бункера на нижней приемной площадке в местах сопряжения панельного конвейерного бремсберга с обходной выработкой откаточного штрека при отработке выемочного участка по простиранию</p>
XXX			<p>При сооружении бункера в местах сопряжения конвейерной печи с полевым конвейерным штреком, при отработке выемочного участка по падению или простиранию.</p>

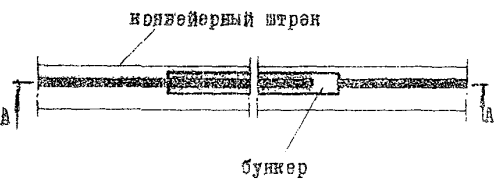
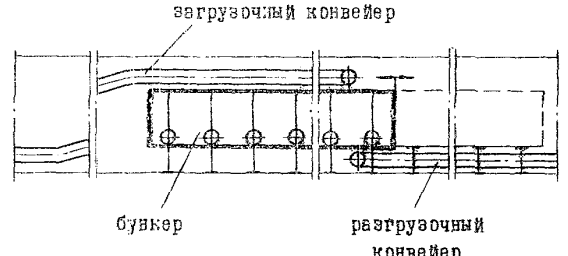
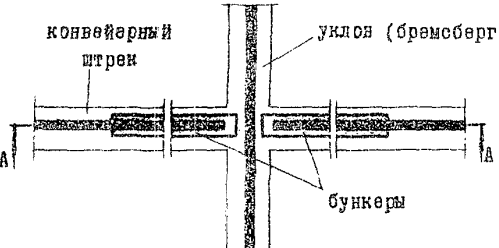
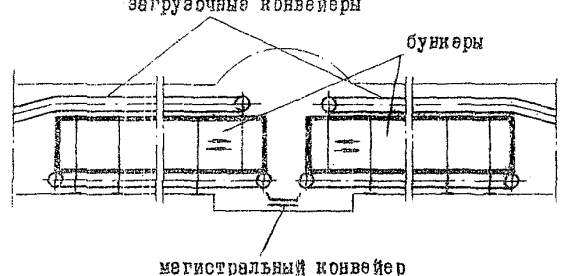
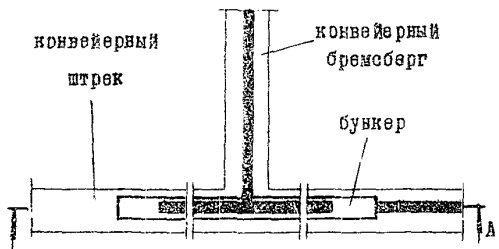
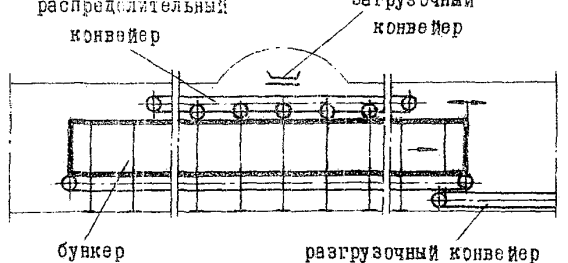
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- кера	Условия применения
I	 <p>Сиповой ствол</p> <p>Магистральные выработки</p> <p>Бункер</p>	<p>ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ</p>  <p>распред. конвейер</p> <p>загрузочный конвейер</p> <p>разгрузочный конвейер</p> <p>бункер</p>	В, А	<p>В выработке, примыкающей к сиповому стволу, проведенной вконец магистральной транспортной выработки. Загрузка бункера осуществляется передвижным распределительным конвейером.</p>
II	 <p>сиповой ствол</p> <p>магистральная выработка</p> <p>бункер</p>	 <p>загрузочный конвейер</p> <p>разгрузочный конвейер</p> <p>бункер</p> <p>плужный сбрасыватель</p>	В, А	<p>В выработке, примыкающей к сиповому стволу, являющейся продолжением магистральной транспортной выработки или проведенной параллельно ей; загрузка бункера осуществляется плужным сбрасывателем с ленточного конвейера.</p>
III	 <p>сиповой ствол</p> <p>магистральные выработки</p> <p>бункер</p>	 <p>загрузочный конвейер</p> <p>бункер</p>	В, В	<p>В выработке, примыкающей к сиповому стволу, проведенной вконец магистральной транспортной выработки. Загрузка и разгрузка осуществляется при перемещении бортов или цепного бункера относительно неподвижного пункта загрузки.</p>

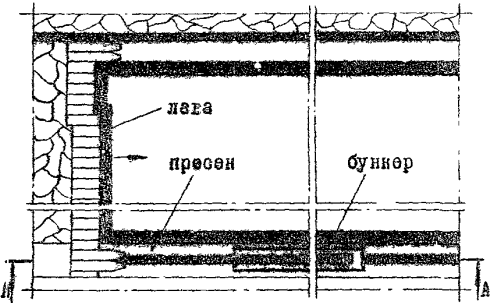
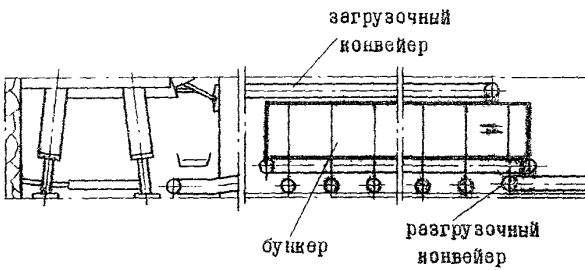
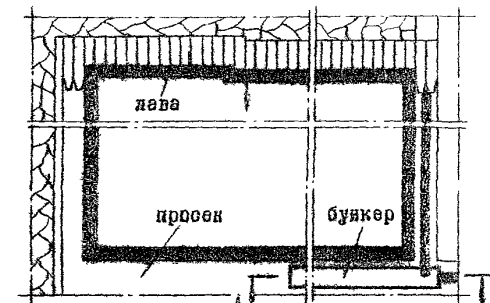
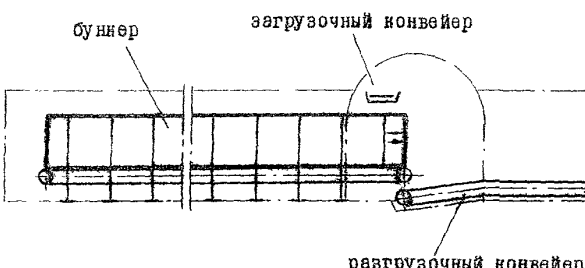
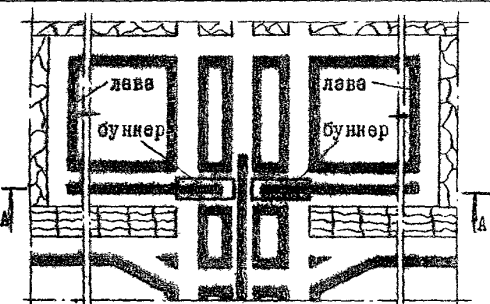
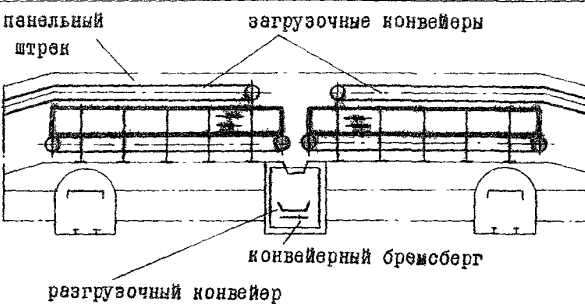
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- кера	Условия применения
IV			А	<p>В выработках, примыкающих к скиповому стволу и являющихся продолжением магистральных транспортных выработок, при подаче груза с двух сторон. Загрузка осуществляется палубными обрасывателями или реверсиром донного конвейера.</p>
У			В, А	<p>В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вглубь магистральной транспортной выработки. Загрузка двух бункеров осуществляется одним общим передвижным распределительным конвейером.</p>
УІ			В, В	<p>В выработке, примыкающей к скиповому стволу, проведенной вглубь магистральной транспортной выработки. Загрузка и разгрузка осуществляется перемещением бортов или целиком бункера относительно неподвижного пункта загрузки.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- кера	Условия применения
УП			Г	<p>В выработке, примыкающей к сиповому стволу, проведенной в выработку магистральной транспортной выработки. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется реверсивным погрузочно-транспортным органом лобового действия.</p>
УШ		<p>МАГИСТРАЛЬНЫЕ БУНКЕРЫ</p> 	Г	<p>В штреке над магистральным конвейером на сопряжении с уклоном или бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется реверсивным погрузочно-транспортным органом лобового действия.</p>
IX			Г	<p>В штреке под магистральным конвейером, загрузка бункера осуществляется передвижным плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера, разгрузка-погрузочно-транспортным органом лобового действия.</p>

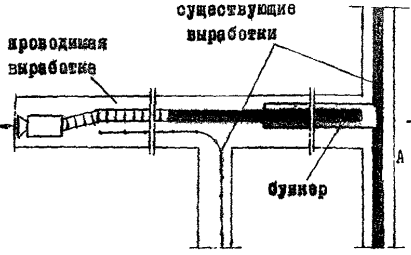
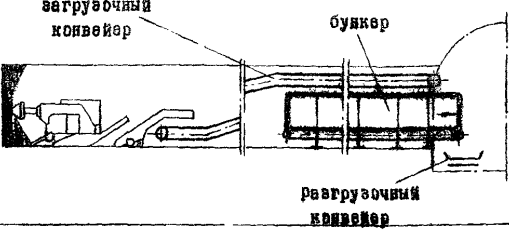
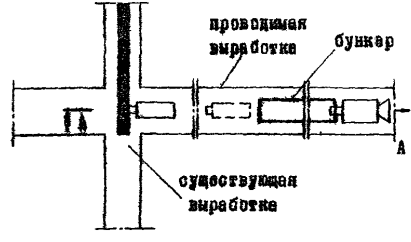
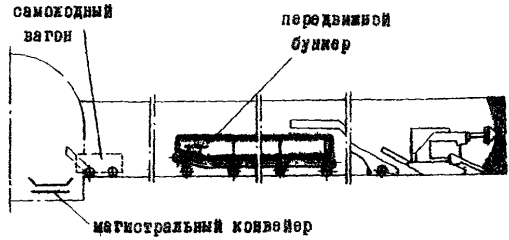
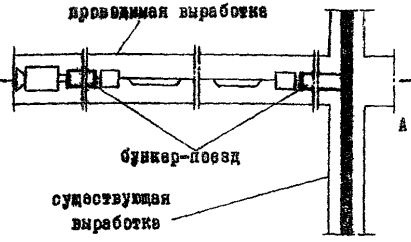
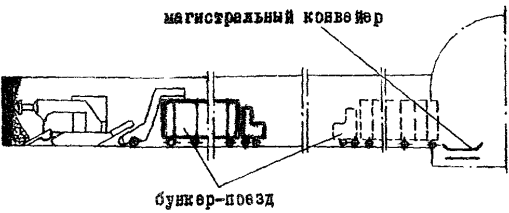
Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- нера	Условия применения
X			<p>A, Б B, Г</p>	<p>В работе, проведенной параллельно конвейерному штрэн. Загрузка и разгрузка емкости осуществляется при перемещении бортов, или длиной бункера, изменением направления донного конвейера или исполнительного органа лобового действия.</p>
XI			<p>A, Б</p>	<p>В конвейерном штрэне на сопряжении с уклоном (бремсбергом). Груз в бункер поступает с двух направлений. Загрузка и разгрузка осуществляется реверсированием донного конвейера; при установке бункера с движущимися бортами — изменением направления движения бортов.</p>
XII			<p>A</p>	<p>Бункер установлен в квершлаг. Загрузка бункера осуществляется реверсированием донного конвейера, разгрузка производится на перегружатель, установленный под бункером вдоль оси квершлага.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- нера	Условия применения
XII	 <p>рельсовый бремсберг бункер конвейерный бремсберг</p>	 <p>бункер загрузочный конвейер магистральный конвейер</p>	Б	<p>Скреповый бункер с движущимися бортами установлен над магистральным конвейером на сопряжении с бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения бортов.</p>
XIII	 <p>рельсовый бремсберг бункер конвейерный бремсберг</p>	 <p>загрузочный конвейер бункер магистральный конвейер</p>	А	<p>В бремсберге на сопряжении с конвейерным штреном. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения донного конвейера.</p>
XIV	 <p>уклон (бремсберг) диагональный извершлаг бункер конвейерный штрен</p>	 <p>бункер загрузочный конвейер магистральный конвейер</p>	А	<p>В диагональном извершлаге между конвейерным штреном и уклоном. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется изменением направления движения донного конвейера.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- кера	Условия применения
XVI	 <p>конвейерный штрэк бункер</p>	 <p>загрузочный конвейер бункер разгрузочный конвейер</p>	Б,В	<p>В магистральном конвейерном штрэке. Загрузка и разгрузка бункера осуществляется перемещением бортов или целиком бункера относительно неподвижного пункта погрузки.</p>
XVII	 <p>конвейерный штрэк уклоя (бремсберг) бункер</p>	 <p>загрузочные конвейеры бункеры магистральный конвейер</p>	А	<p>В магистральном конвейерном штрэке на сопряжении с уклоном (бремсбергом). Загрузка и разгрузка осуществляется реверсированием донного конвейера.</p>
XVIII	 <p>конвейерный штрэк конвейерный бремсберг бункер</p>	 <p>распределительный конвейер загрузочный конвейер бункер разгрузочный конвейер</p>	А	<p>В магистральном конвейерном штрэке на сопряжении с бремсбергом (уклоном). Загрузка бункера осуществляется передвижным распределительным конвейером, разгрузка - донным конвейером.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- нера	Условия применения
XIX		<p>УЧАСТКОВЫЕ БУНКЕРЫ</p> 	А	<p>Передвижной бункер в про- селе (промштреке) в непосред- ственной близости от очист- ного забоя. Загружается и разгружается изменением нап- равления движения донного конвейера.</p>
XX			А	<p>Бункер установлен в про- селе на сопряжении с участ- ковым бремсбергом. Загрузка и разгрузка бункера произво- дится изменением направления движения донного конвейера.</p>
XXI		<p>панельный штрек</p> 	А	<p>Бункеры установлены в пе- нельных штреках, пройденных над панельными бремсбергами. Загрузка и разгрузка бунке- ров производится изменением направления движения донных конвейеров.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- кера	Условия применения
XXII			А	<p>В учетном ивершлаг. Загрузка бункера осуществляется реверсированием коньского конвейера.</p>
XXIII			А	<p>В учетном конвейерном штреке (просеке) на сопряжении со обочной печью. Загрузка бункера осуществляется реверсированием коньского конвейера или плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера.</p>
XXIV			А	<p>Бункер в конвейерно-бремсберге на сопряжении с этажным штреком. Загрузка бункера осуществляется реверсированием коньского конвейера или плужковым сбрасывателем с ленточного конвейера.</p>

Номер схемы	Схема расположения бункера (вид сверху)	Разрез по А - А	Тип бун- ябра	Условия применения
ЖЖУ		<p>БУНКЕРЫ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ</p> 	А	<p>В проводимой выработке на сопряжении с существующей выработкой. Загрузка породой или углем при раздельной загрузке осуществляется разгрузочным конвейером.</p>
ЖЖУ I			А	<p>Непосредственно в подготовительном забое. Доставка груза от забоя производится самоходными вагонами.</p>
ЖЖУ II			А	<p>Бункер-поезд в проводимой горизонтальной выработке с перегрузкой горной массы на магистральным конвейер.</p>

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОПОТОКОВ УГЛЯ
ИЗ ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

П.3.1. Исходными данными для расчета характеристик грузопотоков угля из очистных забоев являются:

- длина очистного забоя - $L_{об}$, м;
- вынимаемая мощность пласта - M_n , м;
- минимальная сопротивляемость угля резанию;
- сменная добыча - $A_{см}$, т;
- продолжительность добычной смены - $T_{см}$, ч;
- тип выемочной машины;
- схема работы выемочной машины;
- коэффициент машинного времени выемочной машины - K_M ;
- ширина захвата за один цикл - B_0 , м;
- количество рабочих циклов в смену - N , цикл/см;
- тип забойного конвейера;
- плотность угля в целике - $\rho_{ц}$, т/м³.

Все исходные данные принимаются из проекта механизации очистного забоя.

П.3.2. Средний минутный грузопоток за время поступления угля из одного очистного забоя рассчитывается по формуле

$$Q_{ср} = \frac{A_{см}}{60 \cdot T_{см} \cdot K_n} \quad (П.3.1)$$

где K_n - коэффициент времени поступления угля из одного очистного забоя на транспортную систему. Значения K_n устанавливаются в зависимости от принятой схемы работы очистной машины.

При челноковой (двухсторонней), а также односторонней без

зачистки схемах работы следует принимать

$$K_n = K_{нз} \frac{E_0}{60 \cdot T_{см}} \quad (П.3.2)$$

При односторонней схеме работы с зачисткой величина K_n рассчитывается по формуле

$$K_n = \frac{E_0 + E_0'}{60 \cdot T_{см}} = K_n + \frac{E_0'}{60 \cdot T_{см}} \quad (П.3.3)$$

где E_0 - продолжительность работы выемочной машины по выемке угля в течение смены, мин;

E_0' - продолжительность зачистки забоя при обратном ходе машины в течение смены, мин. Значение E_0' рекомендуется определять по формуле

$$E_0' = \frac{L_{об} \cdot N}{0,85 \cdot V_{max.M}} \quad (П.3.4)$$

где $V_{max.M}$ - максимальная маневровая скорость машины, м/мин, (см. табл. П.3.3);

N - количество рабочих циклов выемочной машины в смену.

Принимается по плану графике очистных работ или рассчитывается по формуле

$$N = \frac{A_{см}}{M_n \cdot B_0 \cdot L_{об} \cdot \rho_{ц}} \quad (П.3.5)$$

П.3.3. Максимальный минутный грузопоток, поступающий из одного очистного забоя - Q_{max} следует принимать по фактическим данным работы аналогичных забоев или по данным из проекта механизации очистного забоя.

При отсутствии аналогичных фактических или проектных значений можно пользоваться приведенной ниже методикой расчета:

I. Определяется максимальное количество угля, которое может поступать из очистного забоя при отсутствии сдерживания по произ-

водительности забойного конвейера:

а) при прямом ходе выемочной машины (навстречу движению рабочего органа забойного конвейера), рекомендуется определять по формуле

$$Q'_{max} = \eta_n \cdot \delta_2 \cdot V_{max} \cdot \delta_1 \cdot \psi_n \cdot \eta_c \quad (П.3.6)$$

б) при обратном ходе выемочной машины (по ходу движения рабочего органа забойного конвейера), рекомендуется определять по формуле

$$Q''_{max} = \eta_n \cdot \delta_2 \cdot V_{max_1} \cdot \delta_2 (1 - \psi_n) \cdot \eta_c \quad (П.3.7)$$

где V_{max} - максимальная скорость подачи выемочной машины при прямом ходе (обычно в режиме выемки), м/мин. Принимается по фактическим данным или из проекта механизации очистного забоя. Ориентировочные значения для некоторых типов выемочных машин приведены в табл. П.3.3;

V_{max_1} - максимальная скорость подачи выемочной машины при обратном ходе, м/мин. В случае, когда при обратном ходе осуществляется выемка (выемочная машина работает по челноковой схеме), можно принимать $V_{max_1} = V_{max}$. В случае, когда при обратном ходе осуществляется зачистка, то $V_{max_1} = 0,85 V_{max_1}$

δ_1, δ_2 - расчетные коэффициенты, определяемые по формулам

$$\delta_1 = \frac{V_s}{V_s + V_{max}} \quad (П.3.8)$$

$$\delta_2 = \frac{V_s}{V_s - V_{max_1}} \quad (П.3.9)$$

V_s - скорость движения рабочего органа забойного конвейера, м/мин. Данные о скоростях забойных скребковых конвейеров приведены в табл. П.3.4;

ψ_n - коэффициент погружки, зависящий от схемы работы забойной машины. При установлении его значения необходимо пользоваться следующими рекомендациями:

- при работе выемочной машины по челноковой схеме в формуле (П.3.6) принимать $\psi_n = 1$, а в формуле (П.3.7) - $\psi_n = 0$;
- при работе выемочной машины по односторонней схеме без зачистки (с полной погружкой при прямом ходе) принимать $\psi_n = 1$;
- при работе выемочной машины по односторонней схеме с зачисткой принимать ψ_n по табл. П.3.1 в соответствии с шириной захвата (δ_2) и мощностью пласта ($M_{пл}$);
- при работе выемочной машины по уступной схеме в формуле (П.3.6) следует принимать $\psi_n = \frac{M_{пл_1}}{M_{пл}}$, а в формуле (П.3.7) $\psi_n = 1 - \frac{M_{пл_1}}{M_{пл}}$. Здесь $M_{пл_1}$ - часть рабочей мощности пласта, вынимаемой при прямом ходе.

Таблица П.3.1

Значения коэффициента погружки - ψ_n

Ширина захвата δ_2 , м	Значения коэффициента ψ_n при вынимаемой мощности пласта - $M_{пл}$, м									
	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
0,50	0,47	0,55	0,62	0,68	0,72	0,78	0,82	0,84	0,86	0,88
0,63	0,36	0,48	0,57	0,63	0,68	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86
0,80	0,28	0,40	0,50	0,57	0,62	0,70	0,75	0,79	0,81	0,83

Примечание: При оборудовании узкозахватных комбайнов шнеками с повышенной погрузочной способностью вместо ψ_n при-

нимаются значения Ψ_1' , которые определяются по формуле $\Psi_1' = 0,3 + 0,7 \Psi_1$.

2. Большие и найденных по формулам (П.3.6) и (П.3.7) значений \bar{Q}_{max} и \bar{Q}'_{max} сравниваются с максимальной минутной производительностью забойного конвейера - $U_{з.к}$ (см. табл. П.3.4).

В качестве максимального минутного грузопотока \bar{Q}_{max} , поступающего из одного очистного забоя, следует принимать \bar{Q}_{max} или \bar{Q}'_{max} (или \bar{Q}'_{max}) если \bar{Q}_{max} (или \bar{Q}'_{max}) $\leq U_{з.к}$; $\bar{Q}_{max} = U_{з.к}$ если \bar{Q}_{max} (или \bar{Q}'_{max}) $> U_{з.к}$.

П.3.4. Значение среднего суммарного минутного грузопотока в периоды совместного поступления груза на сборную транспортную систему из нескольких (n) очистных забоев определяется по формуле

$$\bar{Q}_{ср} = \sum_{i=1}^n \bar{Q}_{ср i} \quad (\text{П.3.10})$$

П.3.5. Значение максимального суммарного минутного грузопотока за время поступления на сборную транспортную систему из нескольких очистных забоев определяется по формуле

$$\bar{Q}_{max} = \bar{Q}_{ср} + \rho_0 \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2} \quad (\text{П.3.11})$$

где σ_i - среднеквадратическое отклонение значений минутных грузопотоков за время поступления по каждому из суммируемых очистных забоев. Значение σ для каждого забоя рассчитывается по формуле

$$\sigma = \frac{\bar{Q}_{max} - \bar{Q}_{ср}}{2,55} \quad (\text{П.3.12})$$

ρ_0 - вероятностный параметр, учитывающий совместность поступления максимальных грузопотоков из очистных забоев. Рекомендуется принимать по таблице П.3.2 в зависимости от

числа очистных забоев, подающих груз на сборный конвейер, и средневзвешенного коэффициента времени поступления груза из этих очистных забоев $K_{л}(\text{ср. в.в.})$. Значение

$K_{л}(\text{ср. в.в.})$ определяется по формуле

$$K_{л}(\text{ср. в.в.}) = \frac{\sum_{i=1}^n A_{ср i} \cdot K_{л i}}{\sum_{i=1}^n A_{ср i}} \quad (\text{П.3.13})$$

здесь $A_{ср i}$ - среднесменный грузопоток из i -го очистного забоя, подающего груз на сборный конвейер, т/см;

$K_{л i}$ - коэффициент времени поступления груза из i -го очистного забоя.

Таблица П.3.2

Значения вероятностного параметра, ρ_0 .

$K_{л}(\text{ср. в.в.})$	Число очистных забоев, подающих груз на сборный конвейер											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
0,2	1,40	0,85	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,3	1,65	1,25	0,90	0,55	0,25	0	0	0	0	0	0	0
0,4	1,90	1,55	1,25	1,00	0,70	0,45	0,25	0	0	0	0	0
0,5	2,15	1,90	1,60	1,35	1,10	0,90	0,65	0,45	0,25	0	0	0
0,6	2,40	2,15	1,90	1,70	1,50	1,25	1,05	0,90	0,70	0,35	0	0
0,7	2,65	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,45	1,25	1,10	0,80	0,25	0
0,8	2,90	2,70	2,50	2,30	2,10	1,90	1,75	1,60	1,45	1,15	0,60	0

Таблица П.3.3

Технические характеристики выемочных машин

Тип выемочной машины	Максимальная маневровая скорость выемочной машины м/мин	Выемочная мощность лавов м	Ширина захвата м	Максимальная скорость подачи (Vmax) выемочной машины при сопротивляемости угля резанию кг/см			
				100	200	300	400
Комбайны							
IK 10I	4,5	0,8-1,2	0,80	4,5-3,9	2,7-1,8	1,5-1,0	-
2K 10I	10,0	0,8-1,45	0,63	10,0	10,0-5,6	7,0-3,9	5,6-3,1
	6,0	0,8-1,45	0,80	10,0-8,0	7,7-4,3	5,3-2,9	4,2-2,3
MK-67	6,0	0,8-1,2	0,80	6,0	4,6-3,7	3,2-2,3	2,6-1,7
2K 52	6,0	1,0-1,7	0,63	6,0-4,8	4,0-2,2	2,7-1,6	2,1-1,2
2K 52M	5,5	1,0-1,7	0,63	5,5	5,3-3,4	4,0-2,2	3,2-1,9
1TW 68	6,0	1,1-2,5	0,63	6,0	6,0-5,4	5,0-2,8	4,6-2,0
2TW 68	10,0	1,1-2,5	0,63	10,0	10,0-8,8	9,0-5,4	7,5-3,1
KH 1KT	6,0	1,6-3,2	0,63	4,1-2,2	3,7-0,8	0,8-0,4	-
KH 3M	5,5	1,6-3,2	0,50	5,5	3,6	2,0	1,4
			0,63				
K 120	3,0	3,5-5,2	0,50	3,0	3,0	3,0	3,0
Струги							
УСГ 2A		0,55-1,0	0,10	28,0	-	-	-
УСГ 2M		0,55-1,0	0,10	89,0-37,0	89,0-37,0	-	-
УСВ		0,90-2,0	0,15	39,0	39,0	-	-
УСВ		0,80-1,9	0,10	90,0-55,0	90,0-55,0	-	-
СО 75		0,60-1,2	0,07	91,0-46,0	91,0-46,0	-	-
СН 75		0,65-1,2	0,07	91,0-46,0	91,0-46,0	91,0-46,0	-

Таблица П.3.4.

Техническая характеристика скребковых забойных конвейеров

Тип конвейера	Скорость рабочего органа м/мин	Максимальная производительность т/мин	Мощность привода, кВт	Стадия освоения	Завод-изготовитель
СПЦ	60,74	4,2	2x55=110	Опытный образец	Скопинский машинозод
СПЦ 16I	60,74	5,8 7,3	2x55=110 3x55=165	Серийное производство	"
СП 63M	66	6,0	4x45=180	Снят с производства с 1963 г.	Завод "Свет шахтера"
КМ8I-025M	66	6,3	4x45=180	Серийное производ.	"
СП 202	84	10,0	2x110=220 4x45=220	"	"
СП 87M	84	10,0	2x110=220 4x55=220	"	"
СКТ 64	43,2	6,7	2x32=64	Индивидуальное производство	Американский машинозод
СУ1МК /КВМ/	55,8	4,4	3x55=165	Серийное производство	Уфимской и Скопинский машинозоды
СУ2МК /2КМ/	55,8	4,4	3x55=165	"	"
СУОМ70	66,74	10,0	3x55=165	"	"
СУОМ	78	6,3	3x55=165	"	"
СП30I	84	16,0 20,0	3x110=330 2x55=500	"	Завод "Свет шахтера"
СПЦ26I	84	7,8 10,0	2x110=220	Опытный образец	"
СПЦ27I	60,74	11,0 15,0	3x110=330 4x110=440	"	"
СУ2УМ	84	12,5	2x110=220	Серийное производство	Каргормаш, З-д "Свет шахтера"

Продолжение таблицы П.3.4

	Сред- ность рабо- чего орте- на $\frac{1}{2} \lambda$ м/мин	Макси- маль- ная произ- води- тель- ность $\frac{1}{2} \lambda$ т/мин	Мощность привода, кВт	Стадия освоения	Завод- изгото- витель
CP 70A	66	6,7	3x45=135	Снят с производ- ства	Анжерский машзавод
CP70M	55,8	8,3	4x55=220	Серийное произ- водство	"
СК 38	33	2,0	2x22=44	"	Завод "Свет шахтера"

Приложение 4

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- E - вместимость бункера, м³;
 U_{op} - средний грузооборот за оперативное время, т/мин;
 γ - насыпная плотность груза, т/м³;
 $t_{пр}$ - среднее время одного простоя погрузочного пункта из-за отсутствия порожних составов, мин;
 K_y - коэффициент, учитывающий требуемый уровень снижения простоев;
 $A_{см}$ - сменная добыча очистного забоя, т;
 $T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, мин;
 $t_{пер}$ - время регламентированных перерывов в течение рабочей смены, мин;
 $U_{маш}$ - средний грузооборот за машинное время, т/мин;
 ρ - производительность разгрузки бункера, т/мин;
 $K_{п}$ - коэффициент времени поступления грузопотока;
 $t_{п}$ - среднее время, в течение которого груз поступает из очистного забоя в течение смены, мин;
 K_M - коэффициент машинного времени комбайна;
 U_{max} - наибольшая величина минутного грузопотока за машинное время, м³/мин;
 β - относительная величина глубины оглаживания грузопотока;
 $Q_{пр}$ - приемная способность конвейера, т/мин;
 $Q_{т}$ - техническая производительность конвейера, т/мин;
 $K_{ог}$ - расчетный коэффициент глубины оглаживания;
 $K_{нр}$ - коэффициент минутной неравномерности грузопотока;
 G - средняя грузоемкость одного состава вагонок, т;
 $t_{ож}$ - среднее время ожидания груженого состава, мин;

- K - коэффициент резерва производительности разгрузки бункера;
 S_y - площадь сечения выработки, м²;
 $t_{св}$ - сменное подвигание забоя, м;
 $K_{пр}$ - коэффициент присечки;
 $K_{ц}$ - коэффициент цикличности выгрузки породы из бункера;
 K' - коэффициент, зависящий от типа скипового подъема;
 t - время остановки скипового подъема в часы максимума нагрузки энергосистемы, мин;
 \bar{E} - средняя величина заполнения бункера за время простоя подбункерной конвейерной линии, м³;
 $t_{пр}$ - средняя длительность простоя подбункерной конвейерной линии, мин;
 C^* - параметр, характеризующий расчетное время загрузки бункера, мин;
 A_n - сменная добыча из подготовительного забоя, т;
 C - параметр, характеризующий степень заполнения бункеров, мин;
 L_k - длина конвейера, м;
 C_j - значение C для j -го конвейера по технической производительности, мин;
 $L_{ог}$ - расстояние от бункера до разгрузочного конца конвейера, м;
 C_j^* - значение C для j -го конвейера по приемной способности, мин;
 K - число бункеров, разгружающихся непосредственно на j -ый конвейер;
 H_b - высота бункера, м;
 D - диаметр бункера, м;
 $L_{н}$ - длина наклонного бункера, м;
 F - площадь поперечного сечения бункера, м²;
 A - ширина прямоугольного выпускного отверстия, м;

L_0 - длина выпускного отверстия, м;
 ψ - угол внутреннего трения сыпучего материала, град;
 D' - наибольший размер типичных кусков груза, м;
 C_0 - начальное сопротивление сдвигу сыпучего груза, Па;
 K_0' - коэффициент запаса;
 g - ускорение свободного падения, м/с²;
 $N_{отв}$ - количество выпускных отверстий, шт;
 K_p - коэффициент резерва;
 Q_0 - пропускная способность одного выпускного отверстия, м³/мин;
 R_p - гидравлический радиус истечения, м;
 $R_{кр}$ - критический радиус истечения, м;
 λ - коэффициент истечения материала;
 f - коэффициент внутреннего трения сыпучего материала;
 F_0 - площадь отверстия истечения, м²;
 K_f - коэффициент снижения площади отверстия истечения при установке питателей;
 m - коэффициент подвижности сыпучего материала;
 L_0 - расстояние между осями выпускных отверстий, м;
 C_n - зазор между питателями, м;
 $B_{пр}$ - габаритная ширина питателя, м;
 $B_{кл}$ - габаритная ширина подбункерного конвейера, м;
 ρ - угол естественного откоса, град;
 f_x - коэффициент крепости породы;
 $E_{упр}$ - модуль деформации, МПа;
 M_E - коэффициент Пуассона;
 L_a - длина анкера, м;
 $\sigma_{сж}$ - предел прочности на сжатие, МПа;
 σ_g - поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные давления сыпучего материала при разгрузке бункера, обрушениям

сводов и при работе пневматических систем обрушения;
 f_1 - коэффициент трения груза о стенки бункера;
 μ_0 - коэффициент бокового давления (распора);
 $P_{н2}$ - нормативное удельное давление на элементы конструкции наклонных стенок бункеров, Па;
 $\alpha_{г2}$ - угол наклона поверхности дна к горизонту, град;
 $P_{н3}$ - нормативное удельное давление на элементы конструкции спирального спуска, Па;
 β - угол наибольшего ската, град;
 α_0 - угол подъема спирали, град;
 $\alpha_{г0}$ - угол наклона образующей желоба спирали, град;
 $F_{пл}$ - площадь поверхности участка спирального спуска, м²;
 $B_{сп}$ - ширина желоба спирального спуска, м;
 $L_{сп}$ - длина спирального спуска, м;
 $R_{сп}$ - средний радиус спирального спуска, м;
 N_0 - число шагов спирали, шт;
 t_0 - шаг спирали, м;
 H_0 - высота участка спирального спуска, м;
 $Q_{кл}$ - производительность качающегося питателя, м³/ч;
 $C_{кл}$ - амплитуда качаний лотка, м;
 $N_{рх}$ - число рабочих ходов лотка в минуту, $\frac{1}{\text{мин}}$;
 $N_{лч}$ - частота колебаний лотка в минуту, $\frac{1}{\text{мин}}$;
 B_1 - ширина лотка питателя, м;
 $H_{кл}$ - высота слоя материала на разгрузочном конце лотка, м;
 $Q_{вп}$ - производительность вибрационного питателя, м³/ч;
 L_k - амплитуда колебаний, м;
 $Q_{кв}$ - производительность конвейерных питателей, м³/ч;
 U_k - скорость движения конвейерного лотка, м/с;
 $U_{н}$ - скорость движения материала по спиральному спуску, м/с;

f_2 - коэффициент трения сыпучего материала о поверхность желоба спирального спуска;
 $K_{до}$ - коэффициент резерва пропускной способности спирального спуска;
 H_0 - высота желоба спирального спуска, м;
 Q_0 - пропускная способность спирального спуска, м³/ч;
 R_1 - радиус образующей спирального спуска, м;
 F_0 - площадь поперечного сечения движущегося материала в желобе спирального спуска;
 H - высота грузонемещающего желоба, м;
 B - ширина грузонемещающего желоба, м;
 $H_{до}$ - предельная высота транспортируемого слоя, м;
 α_0 - угол развала бортов, град;
 h - высота скребка, м;
 U - скорость перемещения груза, м/с;
 f_2 - коэффициент трения груза о дно желоба;
 f_3 - коэффициент трения груза об образующую ленту;
 l_0 - шаг установки скребков, м;
 l_H - шаг установки скребков, определенной по номограмме, м;
 $K_{до}$ - поправочный коэффициент, учитывающий угол внутреннего трения;
 K_2 - поправочный коэффициент, учитывающий коэффициент внешнего трения;
 $l_{ро}$ - шаг установки роликоопор, м;
 Δf - стрела провеса ленты, мм;
 $S_{мин}$ - минимальное натяжение ленты на грузовой ветви, к;
 $g_1 g_2$ - соответственно вес I и длиной рабочего органа и груза, Н;
 g_p - распределенная нагрузка на ролик, Н/м;
 $K_{до}$ - коэффициент, учитывающий неточность установки роликов;

v_{max}^p - наибольшая скорость перемещения рабочего органа при загрузке, м/с;
 Q_{max} - наибольшая величина минутного грузопотока за машинное время, м³/мин;
 $K_{н.р}$ - коэффициент, внутриминутной неравномерности грузопотока;
 $F_{до}$ - площадь поперечного сечения грузонемещающего желоба, м²;
 ψ - коэффициент, учитывающий степень заполнения желоба;
 P_{max} - максимальная производительность разгрузки бункера, м³/мин;
 U_{max}^p - наибольшая скорость перемещения рабочего органа при разгрузке, м/с;
 a_{max} - максимальное значение ускорения рабочего органа, м/с²;
 $t_{к}$ - время корреляции непрерывного грузопотока, мин;
 $t_{п.р}$ - время паузы между двумя последовательными включениями, мин;
 l_n - шаг подвижки рабочего органа, м;
 $N_{вкл}$ - количество включений привода, $\frac{1}{мин}$;
 Δl - приращение l_n , м;
 h' - дополнительная высота бортов, м;
 $l_{до}$ - ширина фронта погрузки, м;
 $t_{п.р}$ - время одной подвижки, мин;
 ν - частота подвижек, $\frac{1}{мин}$;
 $t_{вкл}$ - время работы привода при одном включении, мин;
 W_2, W_p - сопротивления перемещению на порожней и грузовой ветвях, Н;
 W' - коэффициент сопротивления движению рабочего органа;
 $l_{до}$ - длина грузонемещающего желоба, м;
 β - угол установки бункера, град;
 W - коэффициент сопротивления движению груза;
 $g_1' g_2''$ - погонный вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожней ветвях, Н/м;

ω'' - коэффициент сопротивления движению грузомещающего колеса;
 H' - высота прямоугольной части желоба, м;
 G_1', G_2'' - вес вращающихся частей роликов на грузовой и порожняковой ветвях, Н;
 $G_{1,2}', G_{1,2}''$ - шаг установки роликов на грузовой и порожняковой ветвях, м;
 K_2 - эмпирический коэффициент;
 K_3 - эмпирический коэффициент;
 K_4 - поправочный коэффициент;
 K_5' - поправочный коэффициент;
 ω_2 - коэффициент сопротивления движению груза, определенный по номограмме;
 W_0 - тяговое усилие привода, Н;
 K_6 - коэффициента повышения натяжения на концевых звездочках (обработках);
 K_7 - коэффициент увеличения сопротивления из-за заштыбовки;
 S_1, S_2, S_3, S_4 - натяжения рабочего органа в контурных точках, Н;
 S_{min} - минимальное предварительное натяжение ленты, Н;
 σ_{max} - тяговый фактор;
 μ - коэффициент трения между поверхностью барабана и лентой;
 α - угол обхвата лентой барабана, рад;
 S_{max} - максимальное натяжение тягового органа, Н;
 $K_{н.р.}$ - коэффициент неравномерности распределения усилий в цепях;
 η_m - к.п.д. передаточного механизма привода;
 S' - ширина желоба в верхней части, м;
 U_{max} - максимальное значение скорости перемещения грузомещающего желоба, м/с;
 K_8 - коэффициент, учитывающий влияние шага установки скребков;

$S_{из}$ - истинный вес грузомещающего желоба, Н/м;
 $W_{из}$ - сопротивление перемещению грузомещающего желоба, Н;
 W_4 - сопротивление перемещению тягового органа, Н;
 G_4 - погонный вес рабочего органа, Н/м;
 M_4 - масса 1 м длины цепи, кг;
 ω_k - коэффициент сопротивления качению;
 S_1', S_2', S_3', S_4' - натяжения тягового органа бункеров в движущихся бортами в контурных точках;
 σ_2 - глубина нагребания, м;
 σ_2' - производительность погрузочного-разгрузочного органа, м³/мин;
 n_1 - скорость вращения диска, об/мин;
 h_2 - высота слоя нагребанного груза, м;
 $B_{пл}$ - ширина приемной плиты, м;
 $B_{но}$ - общая ширина погрузочного органа, м;
 B_k - ширина ковша элеватора, м;
 Q_1' - производительность разгрузки, м³/мин;
 Q_2' - производительность подгребающих винтов, м³/мин;
 R - наружный радиус винта, м;
 S_0 - шаг винта, м;
 n_2 - скорость вращения винта, об/мин;
 Z - число граней звездочки, шт;
 v_2 - скорость цепи элеватора, м/с;
 γ_2 - коэффициент заполнения ковша;
 t_4 - шаг цепи, м;
 $\alpha_{лп}$ - коэффициент формы ленты;
 $B_л$ - ширина ленты, м;
 $U_{лп}$ - скорость перемещения ленты, м/с;
 $U_{ск}$ - скорость перемещения скребкового рабочего органа, м/с;

- $H_{\text{кв}}$ - рабочая высота желоба конвейера, м;
 E_3 - вместимость ковша элеватора, м³;
 C_{α} - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера;
 Q - расстояние между ковшами, м;
 W_A, W_C, W_B - общее сопротивление движению ленточного, скребкового конвейера и элеватора, Н;
 H_z - высота подъема груза, м;
 ω_3 - коэффициент сопротивления цепи элеватора;
 K_3 - коэффициент, учитывающий сопротивление в подшипниках концевых звездочек;
 $K_{y,3}$ - удельная работа вчерпывания, Нм/кг;
 Q - количество воздуха, подлежащего отсосу из бункера, м³/ч;
 $\alpha_{\text{до}}$ - остаточная метанообильность отбитого угля, м³/т;
 $P_{\text{н}}$ - выделение метана из угля с момента отбойки до конца загрузки, %;
 P_r - выделение метана с момента отбойки до начала загрузки, %;
 $P_{\text{н}}$ - допустимая концентрация метана, %;
 $S_{\text{н}}$ - годовой экономический эффект от применения оглаживающих бункеров в проектируемой конвейерной линии, руб;
 $P_{\text{к,н}}$ - приведенные затраты на подбункерную линию до и после применения бункеров, руб.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1. Назначение подземных бункеров	4
1.2. Общие требования и проектированию подземных бункеров	6
1.3. Основные типы подземных бункеров	8
1.4. Схемы и области применения горных и механизированных бункеров	20
1.5. Структурообразование бункеров	21
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУНКЕРОВ	24
2.1. Технологические параметры бункеров	24
2.2. Бункер в системе "конвейер-бункер-локомотивная откатка"	24
2.3. Бункер в системе "конвейер-бункер-конвейер"	25
2.4. Бункер в системе "локомотивный транспорт-бункер- - конвейер"	27
2.5. Бункер у подготовительного забоя	29
2.6. Бункер в околовольном дворе	29
2.7. Выбор уставок производительности разгрузки бункеров в конвейерных системах	30
2.8. Выбор технологических параметров бункеров с помощью имитационной модели	32
3. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ БУНКЕРОВ	33
3.1. Рекомендации по выбору основных конструктивных параметров бункеров	33
3.2. Определение геометрического объема и вместимости горных бункеров	37
3.3. Выбор и расчет крепи горных бункеров	39
3.4. Выбор средств разгрузки горных бункеров	43

3.5. Выбор средств для снижения ударных нагрузок и степе- ни переизмельчения аккумулируемого материала в бун- кере. Расчет параметров спиральных спусков	45
4. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ БУНКЕРОВ	49
4.1. Определение допустимых габаритных размеров бункеров	49
4.2. Выбор конструктивных параметров конвейерных бункеров	51
4.3. Выбор режимных параметров конвейерных бункеров	53
4.4. Тяговый расчет конвейерных бункеров	55
4.5. Определение параметров бункеров с движущимися бортами	58
4.6. Расчет ленточных и цепных бункеров	62
4.7. Расчет бункеров с погрузочно-разгрузочным органом	63
лобового действия	
5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫМИ БУНКЕРАМИ	64
5.1. Общие требования и системам управления бункерами	64
5.2. Общие требования к сигнализации и блокировке	66
6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ	68
6.1. Меры безопасности при строительстве горных бункеров	68
6.2. Эксплуатация горных бункеров	69
6.3. Монтаж и наладка механизированных бункеров	70
6.4. Меры безопасности при эксплуатации механизированных бункеров	72
6.5. Расчет экономической эффективности применения бункеров	73
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	74
Приложение 1. Схемы применения горных бункеров	77
Приложение 2. Схемы применения механизированных бункеров	89
Приложение 3. Характеристики грузопотоков угля из очистных забоев	98
Приложение 4. Буквенные обозначения	103

**"ОСНОВНЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО РАСЧЕТУ, ПРОЕКТИ-
РОВАНИЮ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ БУНКЕРОВ"**

Редактор С.С.Беленицкая
Корректор Т.П.Ушакова

УД 00830 Подписано в печать 9.07.1985

Тираж 1200 экз., Заказ № 1224

Ротапринт ДНТМ Караганда, Б.Мира.74^В