

С С С Р
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГЛАВТРАНСПРОЕКТ
ГПИИ "СОЮЗДОРПРОЕКТ"

"УТВЕРЖДАЮ"

Главный инженер Союздорпроекта

Руцк - В.Р.СИЛКОВ

"10" декабря 1974 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Назначение возвышения низа пролетных строений
мостов на предгорных реках**

г.Москва - 1975 г.



Государственный проектный институт СОЮЗДОРПРОЕКТ
1975 год

ПРЕДИСЛОВИЕ

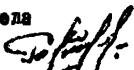
Методические указания составлены Союздорпроектом в целях осуществления функций головного института в области изысканий и проектирования автомобильных дорог.

Методические указания "Назначение возвышения низа пролетных строений мостов на предгорных реках" предназначены для использования при изысканиях новых и реконструкции существующих внегородских автомобильных дорог общей сети СССР. Они составлены в развитие и дополнение рекомендаций главы УШ § 48 "Наставления по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки". ЦНИИО-Глававтрансстроя СССР 1979г.

В Методических указаниях обобщен многолетний опыт проектирования и эксплуатации мостов на предгорных и горных реках, накопленный Союздорпроектом и его филиалами.

Методические указания разработаны главным специалистом технического отдела Союздорпроекта канд.техн.наук Перевозниковым Б.Ф.к печати подготовлены инженером Лепикой Ю.И.

Начальник технического отдела
Союздорпроекта



Рошченко К.И.

I. Требования НИМП-72

Возышение низа пролетных строений и подферменных площадок над уровнями воды и ледохода в несудоходных пролетах мостов на судоходных и сплавных реках, а также на несудоходных и несплавных водотоках устанавливают в зависимости от местных условий, но не менее величин, указанных в табл. I.

Таблица I

Элементы мостов	Наименьшее возышение, м			
	Над уровнем воды/с учетом влияния подпора и волны/ расчетным для мостов на желез- ных дорогах общей сетью	на ос- тальных дорогах	на мостах на желез- ных доро- гах	наиболь- шим для мостов на желез- ных доро- гах
Низ пролетных строений: при глубине подпиркой воды не более 1 м	0,50	0,50	0,25	-
То же, более 1 м	0,75	0,50	0,25	0,75
При наличии карчехода	1,50	1,00	1,00	-
На селевых потоках	-	1,00	1,00	-
Подферменные площадки	0,25	0,25	-	0,50

В северной строительно-климатической зоне /СНиП II.А.6-62/ наименьшее возышение низа пролетных строений назначается с учетом каледных явлений и при наличии карчехода должно быть увеличено не менее, чем на 0,5 м. В последнем случае отверстие пролетов в свету должно быть не менее 15 м.

Для средних и больших мостов возышение низа пролетных строений и подферменных площадок принимают, как правило, над нормальным уровнем воды; учет части подмостового подпора в отдельных случаях /переходы через горные реки, вблизи существующих мостов, средние мости на суходолях, работающие как незатопленный водослив/ должен быть обоснован гидравлическим расчетом.

Принятое по табл. I наименьшее возвышение низа пролетных строений мостов, расположенных в зоне разлива и водохранилищ, должно быть не менее $0,75 h_f$, где h_f - высота ветровой волны /см. § 41 НИМЦ-72/.

Отверстия мостов на горных реках, конусах выноса и селевых потоках определяют согласно рекомендаций НИМЦ-72 /§ 60/. Учитывая, что эти рекомендации ограничиваются в части возвышения низа пролетных строений мостов только селевыми водотоками потребовалось расширить нормативные требования дополнительными указаниями применительно и к другим случаям русловых отложений на предгорных реках. /См. раздел 7. настоящих "Методических указаний".

Как показала практика проектирования, строительства и эксплуатации мостов горные и предгорные реки обладают и другими специфическими особенностями, оказыывающими значительное влияние на нормальную работу сооружений, главные из которых/в дополнение к НИМЦ- 72/ рассматриваются в разделе 2 настоящих "Методических указаний".

2. Дополнительные факторы, требующие учета при назначении низа конструкций мостов на предгорных реках.

К числу факторов, необходимость учета которых установлена в последнее время, относятся:

1 - Выпуклость водного потока.

2 - Набег ударной волны речного потока на опоры мостов, откосы пониженных насыпей, регуляционных и берегоукрепительных дамб и другие преграды.

3 - Волнообразование речных гребенчатообразных стоячих волн.

Наряду с этими факторами на величину возвышения низа пролетных строений оказывают косвенное влияние:

1 - образование молодых русел блуждающих рек;

2 - неустойчивое во времени перераспределение стока между смежными речными системами /приводящее в ряде случаев к свалу нескольких русел в озко/ в период эксплуатации построенных сооружений;

3 - недостаточное отверстие моста;

4 - зависимость отверстий мостов русловыми отложениями.

Наличие этих факторов требует их дополнительного учета при проведении изыскательских работ и разработке проектов /см.разделы 3,8/.

Более подробно указанные особенности горных и предгорных рек рассмотрены в работах /I,2,3,4/.

3. Расчет минимального возвышения низа пролетных строений мостов

При проходе расчетного паводка на реках со скоростями течения 2 м/сек. и более наблюдается искривление водной поверхности выпуклостью вверх с подъемом над горизонтальным РУВВ за счет скоростного напора в наиболее глубокой части русла, а также значительный набег ударной волны на опоры мостов.

В ряде случаев неучет этих явлений вызвал захлестывание проезжей части мостов, а иногда и перелив воды в меотах опор через мости, что приводило не только к непредвиденным перерывам движения транспорта, но и другим осложнениям. Наблюдения за проходом паводков на построенных мостах показали на недостаточность нормативных рекомендаций по минимальному возвышению низа пролетных строений мостов через горные и предгорные реки и необходимость их уточнения.

Для установления минимального возвышения низа пролетных строений мостов над горизонтальным /теоретическим/ расчетным уровнем воды заданной ВП рекомендуется следующая формула /Рис.I/.

$$H_{\min} = \Delta H_c + \Delta H_y + \Delta H_s \quad /I/$$

где: ΔH_c - максимальное возвышение водной поверхности речного потока над горизонтальным РУВВ, образуемого в результате скоростного напора;

ΔH_y - максимальная высота набега на опору моста над фактическим /криволинейным/ уровнем водной поверхности расчетного паводка;

ΔH_s - минимальный запас, принимаемый при отсутствии карчехода не менее:

$$\Delta H_3 = K_V (\Delta H_C + \overline{\Delta H_y})$$

/2/

где: K_V – коэффициент, учитывающий погрешности вычисления в зависимости от частоты появления расчетных паводков:

K_V	= 0,3	0,5	0,7	$\geq 1,0$
	0,2	0,15	0,10	0,05

При наличии карчехода наименьшее возвышение низа пролетных строений должно быть увеличено над фактическим уровнем водной поверхности на величину выступающих из воды частей стволов или крон деревьев, плавущих по данной реке в паводок, но не менее 0,7 м при отсутствии сведений о размерах карча. При небольших пролетах мостов менее или равных 1,2+1,5 для максимальных карчей и при средних глубинах воды менее 3 м учет карчехода при определении минимального возвышения низа пролетных строений следует производить над уровнем максимальной высоты набега воды на опоры моста.

При возможном совпадении направления течения с направлением развития ветровых волн, а также при совпадении паводочного периода с периодом, ветрового воздействия наименьшее возвышение низа пролетных строений над фактическим уровнем водной поверхности следует дополнительно увеличивать на высоту ветровой волны.

На горных и предгорных реках с узкими и извилистыми речными долинами /ширина менее 200+300 м/ и с кратковременными дождевыми паводками вероятность возникновения ветровых волн чрезвычайно мала и практически на многих реках может не учитываться. В других случаях учет ветрового волнения требует специального обоснования и необходимых расчетов, особенно на реках со значительными скоростями течения, препятствующими развитию ветровых волн.

На реках с подвижными русловыми деформациями /рис. Iв/ и частими в году паводками, близкими к расчетным величинам подпора от стеснения русла реки мостом /в пределах нормативных коэффициентов расчищив/ может не учитываться специальным расчетом, так как она составляет исходящую величину /0,1+0,15/ от ΔH .

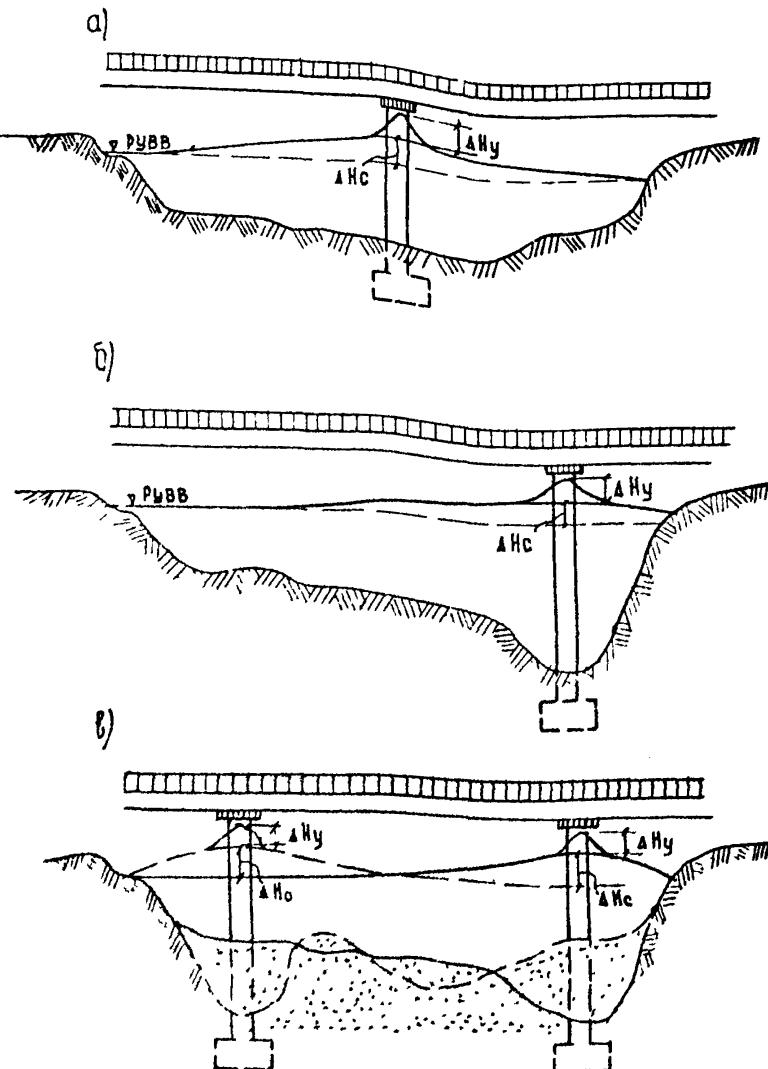


Рис. I. Схемы к расчету минимального возведения низа пролетного строения мостов на предгорных реках: а - при симметричном русле - неизменяющим очертанием линии дна/при трудноразмываемых или неразмываемых грунтах/; б - при неизменном положении максимальных глубин у одного из берегов /например у логу/ того берега реки в месте перехода/; в - при перемещении изо симметричных глубин русла в подмостовом створе во внутриводочный или более длительный период.

Максимальное возвышение водной поверхности над горизонтальным расчетным уровнем воды за счет скоростного напора рекомендуется определять по формуле:

$$\Delta H_c = \frac{\bar{U}^n}{2g} \quad /3/$$

где: \bar{U} - средняя бытовая скорость русла в подмостовом сечении до размыва, м/сек.

n - переменный показатель редукции, учитывающий изменение возвышения гребня водной поверхности в зависимости от средней бытовой скорости \bar{U}

Величины \bar{U}^n и $\frac{\bar{U}^n}{g}$ определяют из соотношений:

\bar{U} , м/сек.	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{\bar{U}^n}{g}$	0,05	0,1	0,8	0,55	0,85	1,22	1,57	1,93	2,29

Для определения максимальной ординаты высоты ударной волны набега на опору моста над фактическим уровнем водной поверхности расчетного паводка следует применять следующую формулу:

$$\Delta h_y = \frac{x_y \bar{U}^k \delta \phi}{g}, \quad /4/$$

где: x_y - коэффициент изменения набега ударной волны в зависимости от средней бытовой скорости русла в подмостовом сечении \bar{U} ;

K - переменный показатель редукции, учитывающий изменение высоты набега в зависимости от расчетной скорости потока \bar{U} ;

$\delta \phi$ - коэффициент, учитывающий форму опоры и размеры лобовой грани. Для опор с шириной I-I,7 м значение $\delta \phi$ принимают равным единице.

Значение величин x_y , \bar{U}^k , $\frac{\bar{U}^k}{g}$ определяют из соотношений:

\bar{U} , м/сек.	0,5	1,0	2	3	4	5	6	7	8
x_y ...	1,57	1,47	1,27	1,09	0,91	0,76	0,63	0,52	0,43
$\frac{\bar{U}^k}{g}$	0,1	0,2	0,45	0,75	1,17	1,60	2,15	2,70	3,30

Счертанье уровенной поверхности в расчетном створе может быть построено графически в виде плавной кривой по трем основным точкам: ординате гребня и точкам пересечения РУВВ с каждым из берегов. Для живых сечений с несколькими русловыми понижениями линии уровенной поверхности строят для каждого участка раздельно.

Выделение в речном потоке максимального возвышения водной поверхности над горизонтальной поверхностью расчетного уровня, а также установление максимальной ординаты высоты ударной волны забега на опоры мостов открывает более широкие методические возможности не только для оценки минимального возвышения низа пролетных строений, но и для привлечения к расчетам максимальных расходов данных фактических наблюдений у существующих мостов как в период паводков, так и до их следа на опорах.

Определение возвышения низа пролетных строений с использованием рекомендаций изложенных выше позволяет учесть особенности прохода речного потока под мостами и оценить возможные колебания основных расчетных факторов в формуле /6-9/, лимитирующих эту величину в зависимости от различных по силе паводков. Что, в свою очередь, предопределяет возможность нормирования возвышения низа мостовых конструкций над паводочным уровнем по принципу создания их равнобеспечевых размеров для мостов на дорогах общей сети и тем самым переходу от одной заранее заданной для всех мостов величины возвышения и запаса к конкретным величинам возвышений, характеризующим различные паводочные условия/табл.2/.

Таблица 2.

Cv	Ндин. м по формуле /1/								
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
	г м/сек.								
0,2	0,25	0,47	1,04	1,73	2,29	2,93	3,50	4,0	4,45
0,5	0,24	0,45	0,99	1,65	2,18	2,80	3,35	3,84	4,27
0,7	0,23	0,43	0,95	1,59	2,10	2,68	3,21	3,67	4,08
1,0	0,22	0,41	0,91	1,51	2,01	2,56	3,06	3,50	3,89

Возышение низа пролетных строений в ряде случаев лимитирует высоту мостов и положение проектной линии, а, следовательно, и стоимость строительства. Поэтому величину возышения низа мостов следует назначать с учетом табл. I, исходя из технико-экономических соображений проектирования и возможного допущения некоторого затопления опор мостов согласно действующим нормативам. Затопление проезжей части мостов водой набега может вызвать перерыв движения и нежелательные последствия для их конструкций. Допущение такого решения требует соответствующих обоснований и проектных проработок и лишь в отдельных случаях может быть экономически оправдано.

4. Учет возможности возникновения гребенчато-образного волнения

Возышение низа пролетных строений мостов следует проверять на достаточность превышения против возможного затопления гребенчатообразными волнами:

$$H_{\min} \geq RUVB + \Delta H_2, \quad /5/$$

где: ΔH_2 - максимальное возышение наибольшего гребня гребенчатообразных волн над РУВВ заданной ВП:

$$\Delta H_2 = \frac{\alpha_2 \gamma U^2}{0.87 g} - \delta \bar{h}, \quad /6/$$

где: α_2 - коэффициент изменения скоростного напора, определенный в зависимости от U ;

U - средняя битовая скорость течения воды в русла при глубинах кораллового дна, м/сек;

t - переменный показатель редукции скорости течения;

β - ускорение силы тяжести,

γ - коэффициент изменения высоты гребенчатой волны от энергетической возможности руслового потока:

\hat{h} мак:	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

\bar{h} - средняя глубина воды в русла, м.

δ - коэффициент соотношения глубин, определенный по формуле:

$$\delta = \frac{H_p - H_2}{\lambda}$$

/7/

где: H_p, H_2 - максимальные паводочные уровни воды в руслах соответственно пика паводка и начала гребенчатообразного волнения.

При отсутствии данных наблюдений коэффициент δ принимают ориентировочно равным 0,10-0,16, где большее значение соответствует распластанным руслам со средними глубинами 1-1,5 метра.

Величины $\lambda, \frac{U^m}{g}$ оценивают по следующим соотношениям:

4	0,5	1,2	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$\frac{U^m}{g}$	0,7	0,45	0,80	1,40	2,05	2,85	3,75	4,7	5,75
λ	1,2	1,15	1,10	1,04	0,97	0,90	0,83	0,76	0,70

Условия и причины динамико-кинематического эффекта образования речных гребенчатообразных волн подробно освещены в работах /1,2,3,4/.

5. Проверка достаточности возведения низа конструкций мостов через реки с неустойчивыми руслами

При устройстве мостов через бурлящие реки в предгорных районах может возникнуть опасность свала водотоков в смежные речные системы. Неустойчивое во времени перераспределение стока между отдельными водотоками определяет необходимость проверки достаточности возведения низа конструкций мостов как построенных, так и проектируемых сооружений на нормативный период их службы.

Выполнение такой проверки позволяет более обоснованно проработать вариативные решения увеличения отверстия моста или осуществления регулирования неустойчивых русел в местах предполагаемого свала.

Для выполнения этой работы необходимо тщательное обследование водотоков с выявлением мест неустойчивого положения русел. Наиболее эффективно аэровизуальное обследование или наземная трансцендометрика с обходом маршрутов вдоль русел рек.

Для принятия решения о регулировании неустойчивого русла следует выполнить топографо-геодезическую съемку моста свала и уточнить планы бассейнов обоих водотоков.

Проверку достаточности возышения низа пролетных строений следует выполнять по расчетному расходу воды, образующемуся при слиянии водотока с неустойчивым руслом с основным водотоком, на котором проверяется достаточность отверстия моста:

$$Q_p = Q_0 + \sum_{i=1}^n Q_i K_g K_f \quad /8/$$

где: Q_p - максимальный расход притока с блуждающим или неустойчивым руслом в месте его выхода в другой бассейн, м³/сек

K_g - коэффициент уменьшения максимального расхода притока при несовпадении наибольшей ординаты его гидрографа с максимумом гидрографа основного водотока во времени;

K_f - коэффициент, учитывающий трансформацию максимального расхода притоков на участке основного водотока от устья притока до места перехода.

Величины расходов с основного водотока и неустойчивых притоков определяют по одному из методов, содержание которых в настоящих указаниях не рассматривается.

В поставленной задаче следует различать два характерных случая пересечения основного водотока: в месте слияния одного или нескольких притоков или из некотором расстоянии от него. Все другие сочетания также учитываются расчетом по формуле /8/, которая является обобщенной формулой.

Для определения расчетного расхода в случае пересечения основного водотока и устье нескольких неустойчивых притоков следует построить расчетный гидрограф путем суммирования гидрографов с основного бассейна и притоком, предварительно рассчитанных и построенных в соответствии с имеющимися рекомендациями по их форме. Так, для малых водотоков определяют себе схематизация гидрографа паводков по рэнобедренному треугольнику, для средних и больших целесообразна кризалинейная схематизация ветвей подъема и спада гидрографа, предложенных Д.Л.Соколовским.

Для обоснования расчетных коэффициентов в формуле /8/ принята замена криволинейных ветвей подъема и спада прямыми линиями, при проведении которых соотношено равенство объемов стока до и после замены, что позволило без ущерба для точности расчетов обосновать соответствующие соотношения между элементами составляемых гидраграфов.

Анализ построения суммарного гидраграфа /рис.2/ показал, что ординаты гидраграфов притоков могут занимать различные положения относительно максимума гидраграфа основного водотока.

В случаях когда время подъема паводка на основном водотоке t_g большие времени подъема воды притока t_n , т.е. при $t_g > t_n$, коэффициент K_d устанавливают по ветви спада гидраграфа притока по следующему формуле:

$$K_d = 1 - \frac{t_g}{t_c} + \frac{t_n}{t_c} \quad /9/$$

где t_c - время спада паводка гидраграфа притока.

При совпадении максимальных ординат гидраграфов притока и основного водотока, т.е. при $t_g = t_n$, коэффициент K_d принимают равным 1,0. Для случаев, когда время подъема паводка на основном водотоке меньше времени подъема паводка на притоке, т.е. при $t_g < t_n$, коэффициент K_d определяют по ветви подъема гидраграфа притока по формуле:

$$K_d = \frac{t_g}{t_n} \quad /10/$$

В случае пересечения водотока ниже впадения притоков при определении расчетного расхода необходимо учитывать трансформацию паводка на участке основного водотока от устья каждого рассчитываемого притока до створа мостового перехода.

Значение коэффициента трансформации K_t в зависимости от различных соотношений времени трансформации и времени подъема паводка $\frac{t_g}{t_n}$ и времени его спада к времени подъема $\frac{t_c}{t_n}$ следует определять по табл.8.

Таблица 3

$\frac{t_c}{t_n}$	t_T/t_n					
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0
Кт						
1,0	0,95	0,91	0,84	0,77	0,67	0,5
2,0	0,96	0,94	0,88	0,83	0,75	0,6
3,0	0,94	0,95	0,91	0,86	0,79	0,67
4,0	0,98	0,96	0,93	0,89	0,83	0,71

В табл.3 t_T - время трансформации пика паводка при его трансформации на некоторое расстояние от устья притока до створа перехода.

Промежуточные значения коэффициентов в табл.2 определяют интерполяцией.

Если основной водоток ниже слияния притоков имеет беспринципный участок, то трансформация максимума его паводка может быть также учтена коэффициентом трансформации:

При определении коэффициентов Кд и Кт следует учитывать возможную трансформацию расчетного расхода при увеличении ширины распластывания волны паводка в транзитной зоне при прогрессирующем самоуширении русла. Учет трансформации расчетного расхода при увеличении распластывания волны паводка может быть выполнен с помощью соответствующего коэффициента

$$K_y = \frac{K_T}{K_d}, \quad /IV/$$

где: K_T - коэффициент трансформации расхода соответственно в начальный и расчетный периоды самоуширения русла, определяемые по формуле /9/ при соответствующих исходных параметрах расчета.

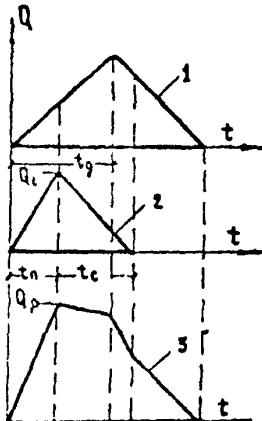


Рис 2

Для расчетов на первой стадии инженерных изысканий за исходную следует принимать ширину русла, зафиксированную в период полевого обследования. Для прогнозирования возможного развития или ожидаемого прорыва исходной считают ширину русла в начале транзитного участка, как правила, на выходе из гор. При расчетах на последующих стадиях трансформация расхода может быть уточнена согласно рекомендациям, изложенным выше с применением формулы III/

По расходу, вычисленному по формуле /8/ следует определить горизонтальное положение расчетного уровня высоких вод /РУВВ/, а затем для назначения низа конструкций мостов воспользоваться рекомендациями раздела 4 настоящих "Методических указаний".

6. Оценка достаточности отверстий мостов и возышений низа пролетных строений мостов по русловым переформированием естественных русел

В последние годы в Союздорпроекте разработан метод расчета отверстий мостов по русловым переформированием естественных русел предгорных рек. Основы метода приведены в Методических указаниях по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям автомобильных дорог, Союздорпроекта 1974г. Поэтому изложение этого метода в настоящих "Методических указаниях" не приводится.

По этому методу следует проверять отверстия мостов, положение линии общего размыва и расчетный уровень высокой воды/РУВВ/.

Дальнейшие расчеты выполняют по рекомендациям раздела 4 настоящих "Методических указаний".

7. Возвышение низа пролетных строений при заносимости отверстий мостов русловыми отложениями

Опасность заносимости мостов русловыми отложениями возникает на участках рек, где происходит систематическое накапливание иллюсов, на конусах выноса, а также на водотоках с седевым стоком.

Согласно требованиям НИИП-72 на переходах через селевые водотоки должна быть обеспечена незаносимость сооружений, а подмостовой габарит должен назначаться с учетом возможного повышения уровней воды вследствие отложений за время эксплуатации сооружений.

Такие же требования следует отнести и к мостам, расположенным на предгорных водотоках не являющихся седеносымыми.

Высоту отложений седевых потоков в подмостовом отверстии за 50 лет определяют по рекомендациям НИИП-72 /§ 60 п.12 стр.216/. Высоту отложений для мостов, проектируемых на период 100 лет следует определять по формуле:

$$h_{tm} = h_{tmsc} \cdot K_c \quad /12/$$

где: K_c - коэффициент учитывающий высоту отложений за период 100 лет и определяемый в зависимости от коэффициентов вариации наблюдков из соотношения:

$C_v \dots$	0,4	0,8	1,2
$K_c \dots$	I,8	I,6	I,4

Высоту русловых отложений на водотоках, не несущих селевого стока, наиболее точно можно определить лишь по материалам многолетних наблюдений за твердым стоком непосредственно в створе перехода. Однако такие сведения крайне редки и являются чрезвычайно ценными. Но даже в этих случаях нельзя не учитывать влияние сооружений проектируемого мостового перехода на регулирование твердого

стока. Наименьшую заносимость можно обеспечить, располагая переходы в устойчивых во времени и незыгаремых местах речных русел. Не только в этом, но и во всех других случаях пересечений рек в проекте следует производить обоснование прогнозов заносимости мостов. С этой целью следует особое внимание уделять по-левому обследованию мест переходов в период инженерных изысканий. Необходимо сопоставление поперечных сечений, занивелированных за различное время в месте перехода и анализ условий заносимости как по времени, так и по ширине транспортирования твердого стока непосредственно в створе моста. Необходимо учитывать, что чрезмерное стеснение речного потока мостом в зоне аккумуляции напосов в большинстве случаев не приводит к уменьшению заносимости. Желательно отыскание такой величины отверстия моста, которое способствовало бы максимальному транспорту напосов по реке с учетом ее потенциальной способности на участке предполагаемого моста.

При оценке ежегодной заносимости мостов напосами следует использовать уравнение баланса твердого стока в створе перехода:

$$W_M = W_T - W_a . \quad /13/$$

где: W_M - объем твердого стока, реально продуксаемый подмостовым сечением; W_T - объем твердого стока, поступающий ежегодно к мосту; W_a - объем твердого стока, аккумулирующийся перед мостом, оцениваемый по площади русла реки перед мостом и подмостовому сечению.

Следует иметь в виду, что зависимость подмостового русла и предмостовой аккумулирующей русловой емкости может быть вызвана в отдельных случаях отложением перемещаемых грунтов, поступающих в русло в результате обрушения интенсивно подмыемых берегов, расположенных выше перехода в местах резкого искривления русла. Эти перформирования могут наблюдаться как в течение одного паводка, так и в течение длительного периода времени.

Необходимая информация о заносимости подмостовых русел может быть получена при обследовании построенных и работающих длительное время мостов или других гидroteхнических сооружений.

Ежегодная заносимость подмостового русла может быть выражена средним слоем наносов \bar{h}_3 , на единицу длины отверстия моста, в см на I пог.м отверстия:

$$\bar{h}_3 = \frac{\omega_3}{\ell_0 t_n} \quad /14/$$

где: ℓ_0 - отверстие моста, м; t_n - количество лет работы моста по пропуску паводков с момента устройства опор и подходов; ω_3 - площадь подмостового живого сечения, занесенная русловыми отложениями после постройки моста, м², определяемая путем сопоставления поперечных профилей подмостового русла до и после строительства моста или за несколько лет его работы.

Для перехода от ежегодной заносимости подмостового русла обследованного моста до требуемого периода работы проектируемого моста следует учесть рекомендации данного раздела, изложенные выше, а также конкретные условия района строительства и конструктивные особенности сооружений мостового перехода.

8. Оценка достаточности отверстий мостов по форме стесненной поверхности речного потока в подмостовом сечении

Отверстия построенных в разное время мостов принято применять в качестве аналогов, особенно в районах со слаборазвитой дорожной сетью и с недостаточной гидрологической изученностью. Отсутствие должного анализа в пригодности аналогов может способствовать формальному переносу не только неравноценной информации, но и ошибок проектирования на более капитальные и ответственные сооружения. Нередко так называемые "аналоги" через несколько лет требуют реконструкции либо перестают существовать. И в то же время построенные сооружения содержат ту необходимую информацию, которую следует разумно использовать путем объективного анализа.

Одним из методов такого анализа является изучение формы стесненной поверхности речного потока в подмостовом сечении, которая может быть установлена по следам паводка на опорах моста. Из полученных отметок следов уровней надо выделить набег ударной волны потока на опоры моста и H_u /методом, изложенным в разделе 3/, и другие уровни, вызванные особыми явлениями /напр. склонами и т.п./

иы/.

При равномерно загруженном отверстии моста выпуклая форма стесненной поверхности речного потока симметрична или кесимметрична относительно середины моста./Рис.1а,б/ и может быть измененной во время паводка /Рис.1а/. По данным обследования величин уровней воды на опорах можно судить в этих случаях о достаточности низа пролетных строений и перегрузке отверстия моста водным потоком и выявить причину этого явления.

При неравномерной загрузке подмостовых отверстий выпуклая форма стесненной поверхности речного потока присуща лишь наиболее загруженным пролетом моста, на остальной части характерен горизонтальный уровень воды или со слабовыраженной выпуклостью./Рис.3, І/ причина возникновения неравномерной загрузки подмостовых отверстий или додудения в проекте излишнего увеличения отверстия моста должны быть установлены при подовых обследованиях. И только после этого может быть решен вопрос о возможности использования этих мостов в качестве аналогов.

9. Возвышение низа пролетных строений мостов на расщелканных периодических водотоках

Возвышение низа пролетных строений мостов следует определять не только в зависимости от условий проектирования продольного профиля дороги, карчехода, ледохода, волнобразований, набега ударной волны на опоры мостов, особых условий речного стока /солнечно-изогонные, приливно-отливные и другие явления/, зависимости русловыми отложениями, строительной стоимости, но и в зависимости от условий наилучшего эстетического восприятия мостов. Особенно это относится к большим и средним мостам через предгорные расщелканные водотоки со средними глубинами $1,0\text{--}2,0$ м. Нередко в погоне даже за небольшим снижением стоимости допускается ухудшение эстетического восприятия мостов, из-за недостаточного возвышения низа пролетных строений. Так, в ряде случаев только что построенные мосты кажутся либо искусственно врытыми в землю, либо уже старыми мостами, занесенными наносами и отживавшими свой срок службы.

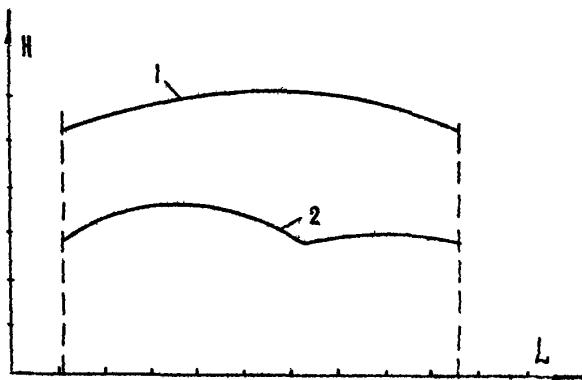


Рис.3. Возможные очертания поверхности речного потока в подмостовом сечении: 1-при равномерно загруженном отверстии моста; 2-при неравномерной загрузке подмостового отверстия.

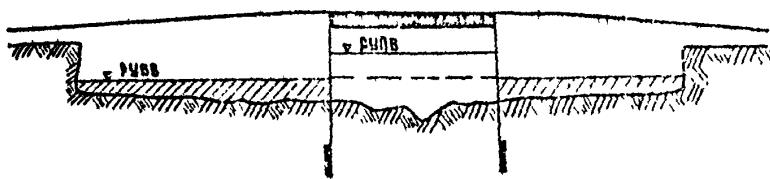


Рис.4. Схема к расчету отверстий мостов в распластанных руслах предгорных рек

На основе анализа ряда таких мостов предстоялоось необходимо рекомендовать следующие минимально допустимые возвышения низа пролетных строений H_{min} над средней линией дна периодических водотоков с распластанными руслами в зависимости от длины пролетов мостов:

длина пролета, м...	30	20	10 и менее
H_{min} , м / не менее ...	4,3	3,7	3,0

На распластанных водотоках из-за экономической целесообразности практикуется значительное отеснение живого сечения /Рис.4/, что требует особых методов гидрологических расчетов, отличных от общепринятых. Эти особенности заключаются в следующем: Для любого заданного зернастия отверстия моста L_i и его положения в поперечном сечении реки расчетная бытовая скорость на участке отеснения мостом равна:

$$V_{rbn} = \frac{Q_{max}}{h_m} \quad /15/$$

где: Q_{max} - расчетный расход реки в отверстии перехода, м³/сек; h_m - средняя глубина потока на участке неразмытого русла, равного заданному отверстию моста L_i и определяемая по формуле, и:

$$\bar{h}_m = \frac{w_{fb}}{L_p} \quad /16/$$

где: w_{fb} - площадь живого сечения потока в бытовых условиях в отверстии моста, м²; P - коэффициент размыка, принимаемый в зависимости от нормативных требований СН 435-72 и конкретных условий проектирования.

Возможные изменения допустимых коэффициентов размыка для распластанных русел рассмотрены более подробно в других "Методических указаниях" Сорадорпроекта /4/.

Соединясь несколькими значениями предполагаемых отверстий мостов, вычисляют по формуле /15/ соответствующие им скорости течения и строят график $V_{rbn} = f(L_i)$. В качестве расчетной принимается скорость течения, соответствующая принятому отвер-

стока моста в данных конкретных условиях.

10. Проверка возвышения низа пролетных мостов при проходе волны попуска или аварийных сбросах стока из водохранилищ

Такая необходимость возникает при проектировании новых и реконструкции построенных мостов ниже створов ГЭС или других сооружений, регулирующих речной сток.

Сведения о режиме регулирования таких водохранилищ должны быть получены в период изысканий на створах сооружений или в организациях их проектирующих. При наличии таких сведений следует производить проверку достаточности возвышения низа пролетных строений мостов. Методы учета трансформации волны попусков по длине реки разработаны в специализированных проектных организациях /например, в Гидропроекте/, где и могут быть получены соответствующие рекомендации.

Для менее ответственных и сложных случаев предварительные рекомендации приведены в НИМП-72 /§ 40/. Снижение высоты волны попуска по предложению профандреева О.В. может быть дополнительно оценено по приближенной формуле И.Ф.Менкеля и С.Н.Крицкого:

$$Q_x = \frac{Q_m}{\sqrt{1 + 20mn^2}} \quad /18/$$
$$\frac{W_p^2 J^2}{W_p^2 J^2 + x}$$

где: x - перемещение рабочего от створа водохранилища вниз по течению; Q_m - максимальный расход в створе водохранилища; n - коэффициент шероховатости русла; J - уклон реки; W_p - объем воды попуска.

Литература:

- 1.Перевозников Б.Ф. Гребенчатые волны - новое явление в гидрологии. Ж-л Автомобильные дороги № 6, 1974г. с 18-20.
- 2.Болдаков Е.В: Проблемы мостовых переходов.Изд-во 2-ое,М., Транспорт,1974г.
- 3.Перевозников Б.Ф. Набег ударной волны на опоры мостов Ж-л Автомобильные дороги № 1975 г./в печати/
- 4.Методические указания по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям автомобильных дорог. Главтранспроект,Союздорпроект, М.1974г.