С С С Р
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГЛАВТРАНСПРОЕКТ

ГПИ "СОЮЗДОРПРОЕКТ"

" УТВЕРЖДАЮ "

Главный инженер Союздорпроекта

В.Р.СИЛКОВ

" 10 "декабря 1974 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Назначение возвышения низа пролетных строений мостов на предгорных реках

г.Москва - 1975 г.

gost.e-ecolog.ru

(C) 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". ЦНИИС-Главтранспроекта Минтрансстроя СССР 1978г.

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 Пашиной Ю.К.

Начальник технического отдела
Союздорпроекта Ротитейн К.И.

I. Требования НИМП-72

Возвышение 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 возвышение, м			
	Над уровнем воды/с учетом влияния подпора и волны/			Не наивысшим уровнем ледохода
	расчетным для мостов		наибольшим для мостов	
	на железных дорогах общей сети	на остальных дорогах	на железных дорогах	
Низ пролетных строений: при глубине подпертой воды не более I м	0,50	0,50	0,25	-
То же, более I м	0,75	0,50	0,25	0,75
При наличии карчехода	I,50	I,00	I,00	-
На селевых потоках	-	I,00	I,00	-
Подферменные площадки	0,25	0,25	-	0,50

В северной строительно-климатической зоне /СНиП II.А.6-62/ наименьшее возвышение низа пролетных строений назначается с учетом наледных 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 I5 м.

Для средних и больших мостов возвышение низа пролетных строений и подферменных площадок принимают, как правило, над бытовым уровнем воды; учет части подмостового подпора в отдельных случаях /переходы через горные реки, вблизи существующих мостов, средние мосты на суходолах, 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_l ,где h_l - высота ветровой волны /см. § 4I НИМП-72/.

Отверстия мостов на горных реках, конусах выноса и селевых потоках определяют согласно рекомендаций НИМП-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, оказывающими значительное влияние на нормальную работу сооружений, главные из которых/в дополнение к НИМП- 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:

I - Выпуклость водного потока.

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

3 - Волнообразование речных гребенчатообразных сточных волн.

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

I - образование молодых русел блуждающих рек;

2 - неустойчивое во времени перераспределения стока между смежными речными системами /приводящее в ряде случаев к сбаду нескольких русел в одно/ в период эксплуатации построенных сооружений;

3 - недостаточное отверстие моста;

4 - замоимость 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 заиление проезжей части мостов, а иногда и перелив воды в местах опор через мосты, 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/.

$$H_{мин} = \Delta H_c + \Delta H_y + \Delta H_з \qquad /I/$$

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;

$\Delta H_з$ – минимальный запас, принимаемый при отсутствии карчехода не менее:

$$\Delta H_з = K_v \left(\Delta H_c + \overline{\Delta H_y}\right) \qquad /2/$$

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

C_v	$\leq 0,3$	0,5	0,7	$\geq 1,0$
K_v	0,2	0,I5	0,I0	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, плывущих по данной реке в паводок, но не менее 0,7 м при отсутствии сведений о размерах карча. При небольших пролетах мостов менее или равных I,2÷I,5 длин 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 /шириной 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 частыми в году паводками, близкими к расчетным величина подпора от стеснения русла реки мостом /в пределах нормативных коэффициентов расширения/ может не учитываться специальным расчетом, так как она составляет небольшую величину /0,I÷0,I5/ от ΔH_c

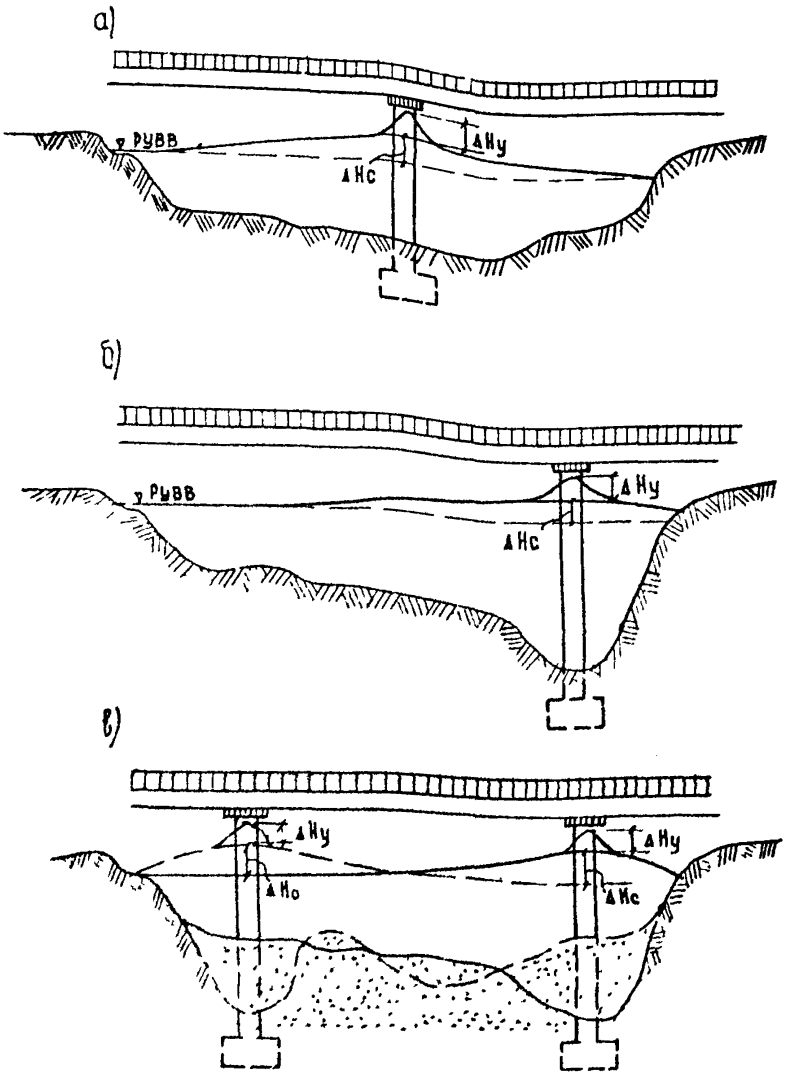

Рис.I. Схемы к расчету минимального возвышения низа пролетного строения мостов на предгорных реках: а– при симметричном русле с неизменяемым очертанием линии дна/при трудноразмываемых или неразмываемых грунтах/; б – при неизменном положении максимальных глубин у одного из берегов /например у вогнутого берега реки в месте перехода/; в – при перемещении максимальных глубин русла в подмостовом створе во внутригодичный или более длительный период.

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

$$\Delta H_c = \frac{\bar{v}_n}{2g} \qquad /3/$$

где: $\bar{v}$ – 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 $\bar{v}$

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

$\bar{v}$, м/сек.	0,5	I	2	3	4	5	6	7	8
$\frac{\bar{v}_n}{2g}$	0,05	0,I	0,8	0,55	0,85	I,22	I,57	I,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:

$$\Delta h_y = \frac{\alpha_y \bar{v}^{\kappa} \delta_\phi}{g}, \qquad /4/$$

где: α_y – коэффициент изменения набега ударной волны в зависимости от средней бытовой скорости русла в подмостовом сечении $\bar{v}$;

κ – переменный показатель редукции, учитывающий изменение высоты набега в зависимости от расчетной скорости потока $\bar{v}$;

δ_ϕ – коэффициент, учитывающий форму опоры и размеры лобовой грани. Для опор с шириной I-I,7 м значение δ_ϕ принимают равным единице.

Значение величин α_y, $\bar{v}_n^{\kappa}$ $\frac{\bar{v}^{\kappa}}{g}$ определяют из соотношений:

$\bar{v}$, м/сек.	0,5	I,0	2	3	4	5	6	7	8
α_y ...	I,57	I,47	I,27	I,09	0,9I	0,76	0,63	0,52	0,43
$\frac{\bar{v}^{\kappa}}{g}$	0,I	0,2	0,45	0,75	I,I7	I,60	2,I5	2,70	3,30

Очертание 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 набега 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 по их следам 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 формула /6-9/, лимитирующих эту величину в зависимости от различных по силе паводков. Что, в свою очередь, предопределяет возможность нормирования возвышений низа мостовых конструкций над паводочным уровнем по принципу создания их равнообеспеченных 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.

C_v	Нмин., м /по формуле /I/								
	0,5	I	2	3	4	5	6	7	8
	σ м/сек.								
0,3	0,25	0,47	I,04	I,73	2,29	2,98	3,50	4,0	4,45
0,5	0,24	0,45	0,99	I,65	2,I8	2,80	3,35	3,84	4,27
0,7	0,23	0,43	0,95	I,59	2,I0	2,68	3,2I	3,67	4,08
I,0	0,22	0,4I	0,9I	I,5I	2,0I	2,56	3,06	3,50	3,89

Возвышение низа пролетных строений в ряде случаев лимитирует высоту мостов и положение проектной линии, а, следовательно, и стоимость строительства . Поэтому величину возвышения 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 волной 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 гребенчатообразного волнения

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

$$H_{мин.} \geq РУВВ + \Delta H_2 , \qquad /5/$$

где: ΔH_2 – максимальное возвышение наибольшего гребня гребенчатообразных волн над РУВВ заданной ВП:

$$\Delta H_2 = \frac{\alpha_2 \vartheta v^m}{\vartheta g} - \delta \bar{h}, \qquad /6/$$

где: α_2 – коэффициент изменения скоростного напора, определенный в зависимости от v ;

v – средняя бытовая скорость течения воды в русле при глубинах неразмытого дна, м/сек;

m – переменный показатель редукции скорости течения;

g – ускорение силы тяжести,

δ – коэффициент изменения высоты гребенчатой волны от энергетической возможности руслового потока:

$\bar{h}$ м:	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
δ	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

$\bar{h}$ – средняя глубина воды в русле, м.

δ – коэффициент соотношения глубин, определенный по формуле:

$$\delta = \frac{H_{p\delta} - H_z}{h} \qquad /7/$$

где: H_p, H_z – максимальные паводочные уровни воды в русле 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 $\alpha_r, \frac{u^m}{g}$ оценивают по следующим соотношениям:

u	0,5	1,2	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$\frac{u^m}{g}$	0,17	0,45	0,80	1,40	2,05	2,85	3,75	4,7	5,75
α_r	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 возвышения низа конструкций мостов через реки с неустойчивыми руслами

При устройстве мостов через блуждающие 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 возвышения низа конструкций мостов как построенных, так и проектируемых сооружений на нормативный период их службы.

Выполнение такой проверки позволяет более обоснованно проработать вариантные 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 рекогносцировка 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 возвышения 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:

$$Q_p = Q_o + \sum_{i}^{n} Q_н K_д K_т \qquad /8/$$

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

$K_д$ – коэффициент уменьшения максимального расхода притока при несовпадении наибольшей ординаты его гидрографа с максимумом гидрографа основного водотока во времени;

$K_т$ – 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 на 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 в устье нескольких неустойчивых притоков следует построить расчетный гидрограф путем суммирования гидрографов с основного бассейна и притоков, предварительно рассчитанных и построенных в соответствии с имеющимися рекомендациями по их форме. Так, для малых водотоков оправдывает себя схематизация гидрографа паводков по равнобедренному треугольнику, для средних и больших целесообразна криволинейная 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 соблюдено равенство объемов стока до и после замены, что позволило без ущерба для точности расчетов обосновать соответствующие соотношения между элементами составляемых гидрографов.

Анализ построения суммарного гидрографа /рис.2/ показал, что ордината гидрографов притоков могут занимать различные положения относительно максимума гидрографа основного водотока.

В случаях когда время подъема паводка на основном водотоке t_g больше времени подъема воды притока t_n, т.е. при $t_g > t_n$, коэффициент Кд устанавливают по ветви спада гидрографа притока по следующей формуле:

$$K_g = 1 - \frac{t_g}{t_c} + \frac{t_n}{t_c} \qquad /9/$$

где t_c – время спада паводка гидрографа притока.

При совпадении максимальных ординат гидрографов притока и основного водотока, т.е. при $t_g = t_n$, коэффициент Кд 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 Кд определяют по ветви подъема гидрографа притока по формуле:

$$K_g = \frac{t_g}{t_n} \qquad /10/$$

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.

Величину коэффициента трансформации Кт в зависимости от различных отношений времени трансформации к времени подъема паводка $t_т/t_n$ 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,I	0,2	0,3	0,5	I,0
	Кт					
I,0	0,95	0,9I	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	0,9I	0,86	0,79	0,67
4,0	0,98	0,96	0,93	0,89	0,83	0,7I

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 беспритоточный 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

$$K_y = \frac{K_{Ty}}{K_T}, \qquad /II/$$

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

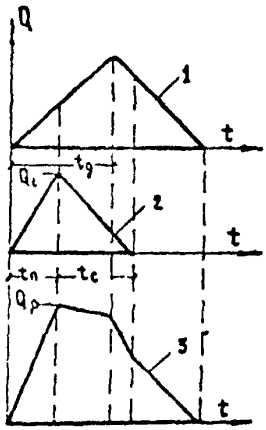

Рис 2

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/II/

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 возвышений низа пролетных строений мостов по русловым переформированиям естественных русел

В последние годы в Союздорпроекте разработан метод расчета отверстий мостов по русловым переформированиям 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 наносов, на конусах выноса, а также на водотоках с селевым стоком.

Согласно требованиям НИМП-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 селеносными.

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

$$h_{1м} = h_{1м50} \cdot K_c \qquad /12/$$

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

C_v ...	0,4	0,8	1,2
K_c ...	1,8	1,6	1,4

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 исключением. 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 неизменяемых 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 полевому 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 наносов в большинстве случаев не приводит к уменьшению заносимости. Желательно отыскание такой величины отверстия моста, которое способствовало бы максимальному транспорту наносов, по реке с учетом ее потенциальной способности на участке предполагаемого моста.

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

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

где: W_M – объем твердого стока, реально пропускаемый 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 заносимость подмостового русла и предмостовой аккумулирующей русловой емкости может быть вызвана в отдельных случаях отложением перемещаемых грунтов, поступающих в русло в результате обрушения интенсивно подмываемых берегов, расположенных выше перехода в местах резкого искривления русла. Эти переформирования 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 гидротехнических сооружений.

Ежегодная заносимость подмостового русла может быть выражена средним слоем наносов $h_з$ на единицу длины отверстия моста, в см на 1 пог.м отверстия:

$$\bar{h}_з = \frac{\omega_з}{l_o t_n} \qquad /14/$$

где: l_o -отверстие моста, м; t_n - количество лет работы моста по пропуску паводков с момента устройства опор и подходов; $\omega_з$ - 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 отсеченной поверхности речного потока в подмостовом сечении

Отверстия построенных в разное время мостов принято принимать 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 отсеченной 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 /методом, изложенным в разделе 5/, и другие уровни, вызванные особыми явлениями /напр. сгоны или нагo-

ны/.

При равномерно загруженном отверстии моста выпуклая форма стесненной поверхности речного потока симметрична или несимметрична относительно середины моста./Рис.Iа,б/ и может быть переменной во время паводка /Рис.Iв/. 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 стеснений поверхности речного потока присуща лишь наиболее загруженным пролетом моста, на остальной части характерен горизонтальный уровень воды или со слабовыраженной выпуклостью./Рис.3/. Причины возникновения неравномерной загрузки подмостовых отверстий или допущения в проекте излишнего увеличения отверстия моста должны быть установлены при полевых обследованиях. И только после этого может быть решен вопрос о возможности использования этих мостов в качестве аналогов.

9. Возвышение низа пролетных строений мостов на распластанных периодических водотоках

Возвышение низа пролетных строений мостов следует определять не только в зависимости от условий проектирования продольного профиля дороги, карчехода, ледохода, волнообразований, набега ударной волны на опоры мостов, особых условий речного стока /сгонно-нагонные, приливно-отливные и другие явления/, зависимости русловыми отношениями, строительной стоимости, но и в зависимости от условий наилучшего эстетического восприятия мостов. Особенно это относится к большим и средним мостам через предгорные распластанные водотоки со средними глубинами $\overline{h}$ 1,0-2,0 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 отживающими свой срок службы.

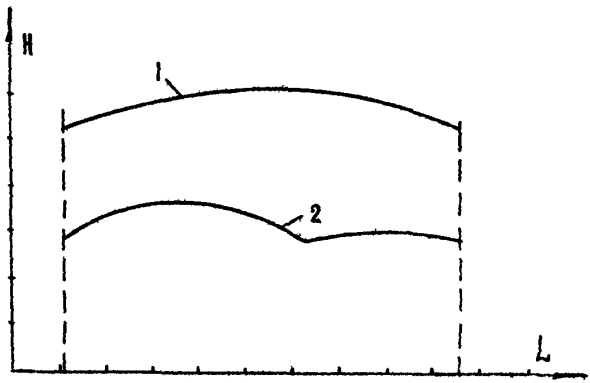

Рис.3. Возможные очертания поверхностей речного потока в подмостовом сечении: 1-при равномерно загруженном отверстии моста; 2-при неравномерной загрузке подмостового отверстия.

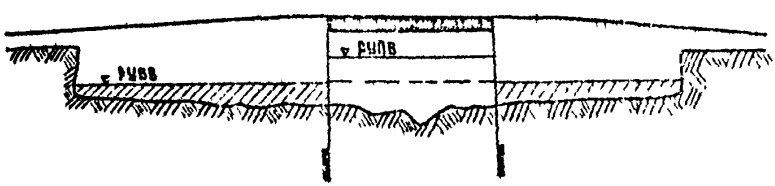

Рис.4. Схема к расчету отверстий мостов на распластанных руслах предгорных рек

На основе анализа ряда таких мостов представилось необходимым рекомендовать следующие минимально допустимые возвышения низа пролетных строений H_{min} над средней линией дна периодических водотоков с распластанными руслами в зависимости от длин 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 стеснение живого сечения /Рис.4/, что требует особых методов гидрологических расчетов, отличных от общепринятых. Эти особенности заключаются в следующем: Для любого заданного заранее отверстия моста L_i и его положения в поперечном сечении реки расчетная бытовая скорость на участке стеснения мостом равна:

$$V_{рбм} = \frac{Q_{max}}{\bar{h}_м L} \qquad /15/$$

где: Q_{max} – расчетный расход реки в створе перехода, м3/сек;
$\bar{h}_м$ – средняя глубина потока на участке неразмытого русла, равного заданному отверстию моста L и определяемая по формуле, м:

$$\bar{h}_м = \frac{\omega_{рб}}{L\rho} \qquad /16/$$

где: $\omega_{рб}$ – площадь живого сечения потока в бытовых условиях в створе моста, м2; ρ – коэффициент размыва, принимаемый в зависимости от нормативных требований СН 435-72 и конкретных условий проектирования.

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

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

стию моста в данных конкретных условиях.

10. Проверка возвышения низа пролетных мостов при проходе волн 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 волн 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 М.Ф.Менкеля и С.Н.Крицкого:

$$Q_x = \frac{Q_m}{\sqrt{1 + \frac{2Q^2 m n^2}{W p^2 J^2}} \cdot x} \qquad /18/$$

где: x – переменное расстояние от створа водохранилища вниз по течению; Q_m – максимальный расход в створе водохранилища; n – коэффициент шероховатости русла; J – уклон реки; W – объем волны 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.

gost.e-ecolog.ru