

С. М. Исаакян

## Принцип проектирования переходных участков безнапорных водоводов

В практике строительства гидротехнических каналов часто встречаются случаи, когда по местным условиям необходимо осуществить переход от одного поперечного сечения к другому, что может сопровождаться как изменением формы поперечного сечения, так и его площади. Как в одном, так и в другом случае движение жидкости в пределах переходного участка сопровождается дополнительными гидравлическими потерями вследствие изменения скоростей, что при значительном количестве переходов будет заметно уменьшать полезный напор гидростанции, если канал деривационный, или—подкомандную площадь орошения, если канал ирригационный. Понятно, что в этих условиях необходимо осуществлять переходы таким образом, чтобы гидравлические потери были минимальными.

Кроме того, при неправильном проектировании переходных участков очень часто движение потока сопровождается нежелательными гидравлическими явлениями, как-то: волнообразованием и пульсацией. Последние в отдельных случаях не могут быть допустимы, как, например, при ответственных переходах из открытых каналов в безнапорные туннели, когда волны могут быть причиной захлебывания туннеля и явлений вибрации. Отсюда вытекает второе, немаловажное требование к переходным участкам, чтобы в их пределах было обеспечено плавное и спокойное сопряжение горизонтов потока.

При выполнении этого, второго требования, отчасти будет удовлетворено и первое, так как при плавном сопряжении устраняются потери, которые происходят от волнообразования.

Однако переходы, удовлетворяющие вышеуказанным двум требованиям, практически трудно осуществимы, и третье требование—удобства производства работ—может находиться в некотором противоречии с первыми двумя. Применение существующего метода Хиндса [4,5] для построения плавных переходов приводит к сложным, в практике трудно осуществимым, очертаниям стенок переходного участка. Поэтому большей частью проектировщики задаются простыми конструкциями переходов. Для проверки эксплуатационных качеств таких переходов в ответственных случаях

прибегают к лабораторным исследованиям, на основе которых вносятся коррективы в конструкции.

Отметим, что до сих пор в технических условиях и нормах остаются только указания Хиндса, предложенные им в 1928 г. на основании натуральных исследований многочисленных переходных участков сооружений. Однако материалы лабораторий СССР и, в частности, исследований переходных участков безнапорной деривации, проведенных в Гидроэлектрической лаборатории (ГЭЛ) Водно-энергетического института (ВЭНИ) АН Армянской ССР, а также Гидротехнической лаборатории ТНИСГЭИ [1,2,3,6] позволяют в настоящее время несколько иначе подойти к вопросу расчета переходных участков.

Необходимо отметить, что вопрос выбора очертания стенок переходных участков пока остается не разрешенным.

При модельном исследовании первоначально запроектированных переходных участков деривации одной из ГЭС был констатирован факт неудовлетворительной гидравлической работы упомянутых сооружений, несмотря на плавность очертаний стенок принятых переходов.

В пределах входного участка туннеля при этих переходах образовывались волны значительной высоты, что приводило к захлебыванию туннеля при пропуске максимальных расходов [3].

С целью упрощения конструкции и улучшения ее гидравлической характеристики нами был переконструирован переходной участок, осуществляющий переход от канала прямоугольного сечения к туннелю круглого сечения, удовлетворяющий условию линейного изменения по длине переходного участка удельной энергии сечения на сопрягаемых участках водовода.

Результат получился вполне удовлетворительный, причем оказалось выполненным требование простоты конструкции, благодаря чему эта конструкция была рекомендована строительству.

Несмотря на логичность принятого принципа, желательна проверка его на ряде случаев, в частности, на примерах переходов, изученных в ТНИСГЭИ.

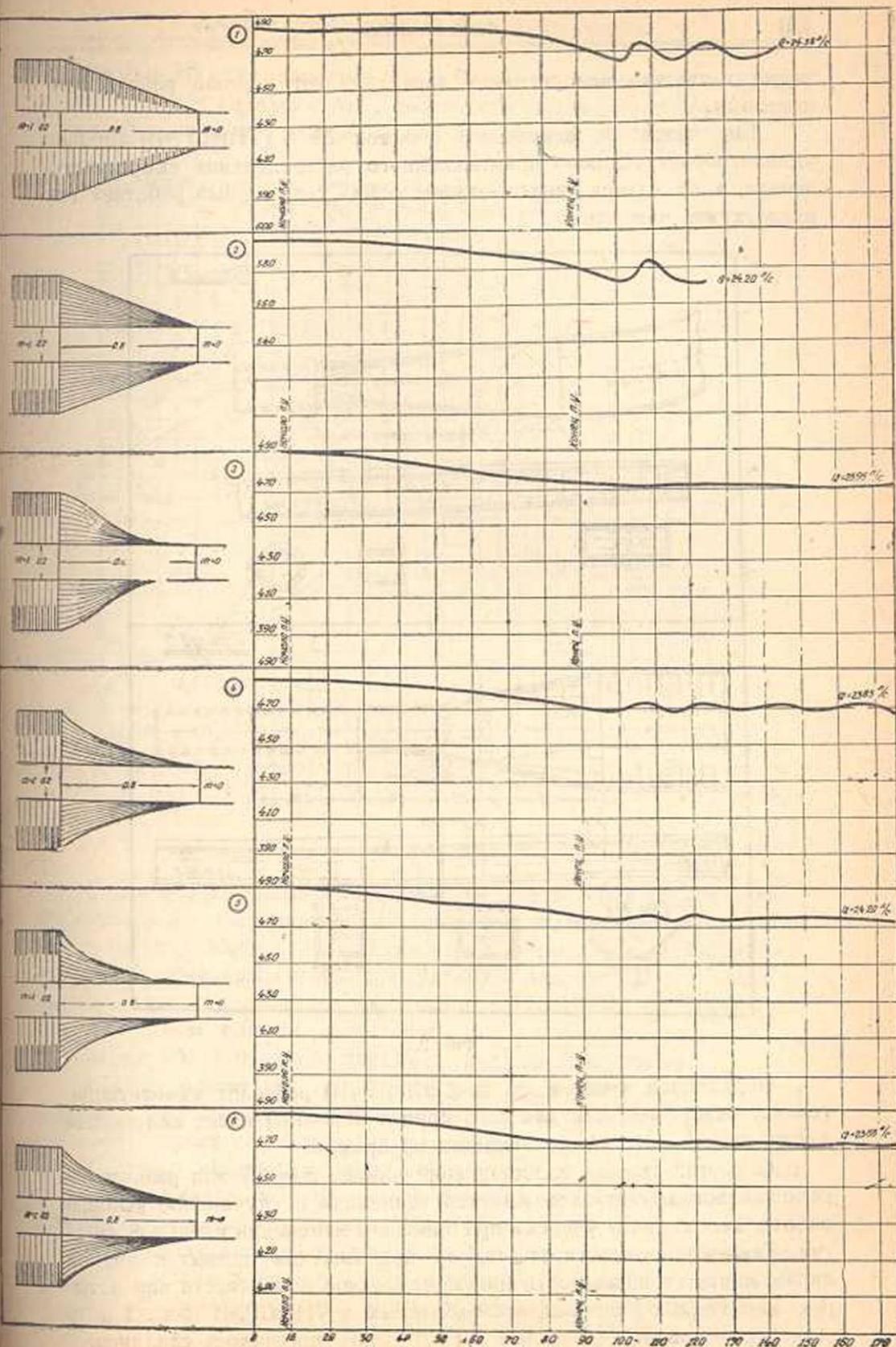
На фиг. 1 представлены переходные участки, исследованные ТНИСГЭИ. Там же даны кривые свободной поверхности, соответствующие случаям наилучшего сопряжения горизонтов.

На фиг. 2 приведен переход № 1, предложенный ГЭЛ и полученный с использованием предлагаемого принципа, и переход № 2, разработанный на чисто экспериментальной базе и также удовлетворяющий указанному принципу (см. ниже).

На фиг. 3 приведены кривые  $\Sigma = f(l)$  для этих переходов. Там же приведены кривые  $h_v = f_1(l)$ , где  $h_v = \frac{v^2}{2g}$ , полученные в ТНИСГЭИ

(А. Г. Чанишвили) для некоторых переходных участков.

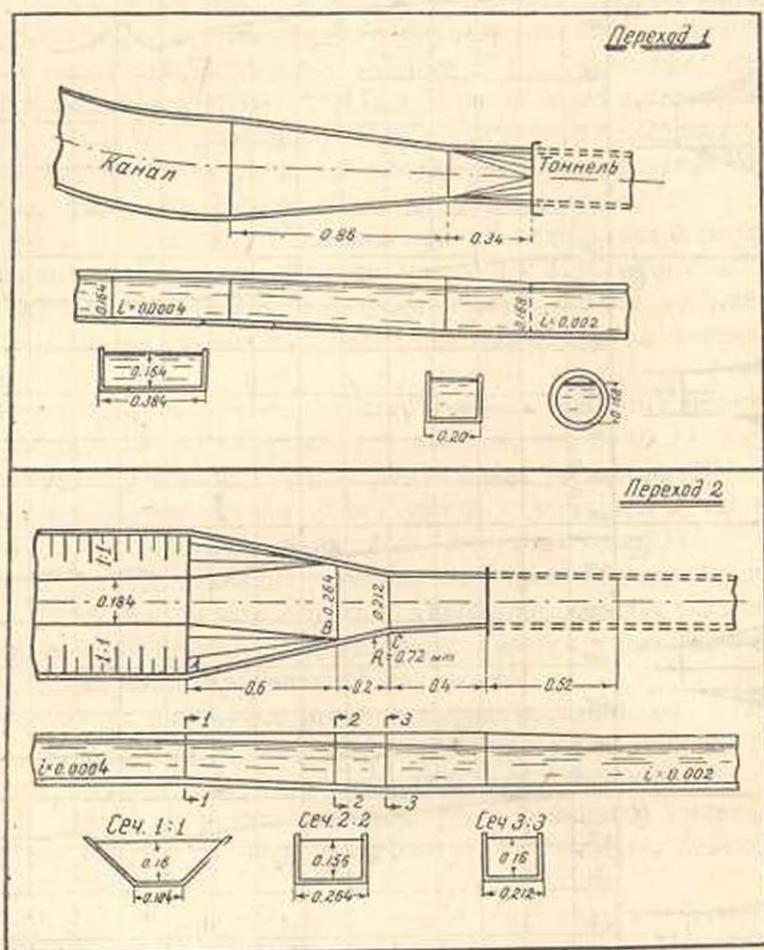
Рассмотрение этих кривых показывает, что вопреки выводам ТНИСГЭИ, линейное изменение скоростного напора по длине пере-



Фиг. 1.

ходного участка недостаточно характеризует хорошо работающие переходы.

Так, например, переходной участок № 5 (ТНИСГЭИ) хорошо удовлетворяет условию прямолинейного распределения скоростного напора, а № 3 (типа Хиндса)—хуже; между тем, первый работает гораздо хуже, чем второй.

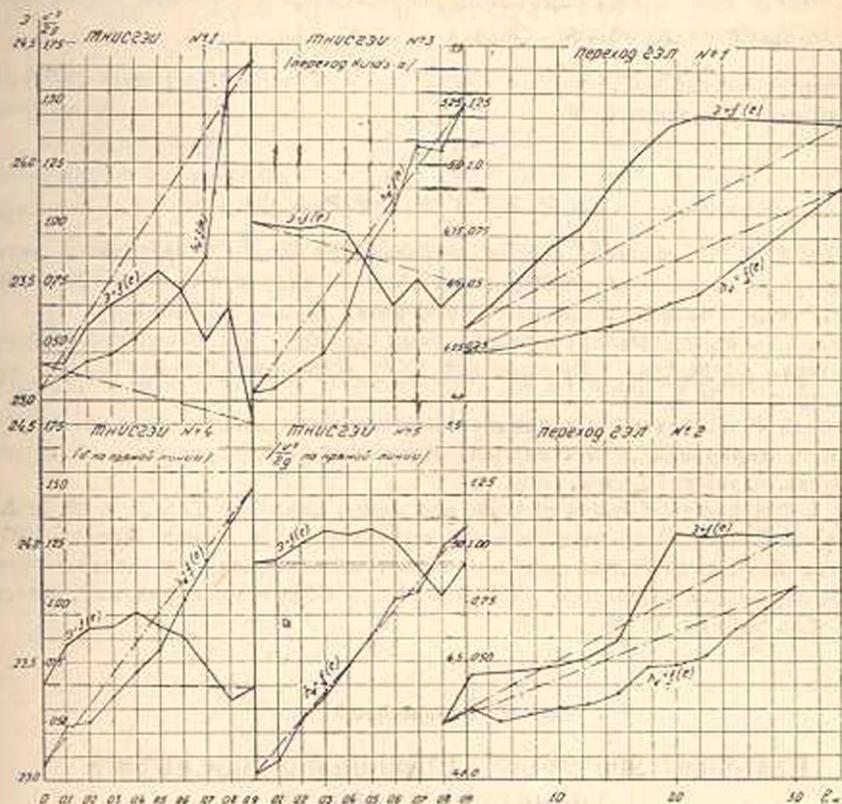


Фиг. 2.

Переходной участок № 2 (ГЭЛ ВЭИ) работает удовлетворительно, между тем как для него кривая  $h_v = f_1(l)$  имеет вид цепной линии, значительно отклоняющейся от прямой.

С другой стороны, сопоставление кривых  $\mathcal{E} = i(l)$  для разных переходов показывает, что имеется тенденция к улучшению условий работы переходного участка при линейном изменении удельной энергии. Так, в зависимости от степени приближения кривых к прямой линии меняется и плавность кривой свободной поверхности для четырех переходных участков, исследованных в ТНИСГЭИ (фиг. 1 и 3). Для переходов исследованных в ГЭЛ ВЭИ получилось следующее:

кривая  $\Theta = f(l)$  для перехода № 2 больше приближается к прямой линии, чем для перехода № 1, соответственно на переходе № 2 высота волны оказалась меньшей, чем на переходе № 1.



бодной поверхности, чтобы получить конструктивно простые очертания стенок переходов.

4. Отмеченный принцип успешно применен в Гидроэлектрической лаборатории при проектировании переходного участка № 2, который был принят строительством.

Водно-энергетический институт  
Академии наук Армянской ССР

Поступило 28 VII 1951

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Ананян А. К.* Применение теории пограничного слоя к определению потери напора на переходных участках открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР (серия физ.-мат. естеств. и техн. наук), т. 1, № 7, 1948.
2. *Ананян А. К.* Потери напора в безнапорных водоводах при плавном расширении потока. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат., естеств. и техн. наук) т. II, № 4, 1948.
3. *Арутюнян У. Г.* Результаты опытов по исследованию переходных участков открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат. естеств. и техн. наук) т. III, № 3, 1950.
4. *Hinds J.* The hydraulic design of flume and siphon transitions TASCE, v. 92, 1928.
5. *Королев и Гинько.* Открытые, подводящие каналы гидростанций. Москва, 1937.
6. *Назарян А. Г.* О свободной поверхности потока на переходных участках открытой деривации. „Известия“ АН Армянской ССР, (серия физ.-мат., естеств. и техн. наук) т. II, № 6, 1949.

#### Ս. Մ. Իսահակյան

### ԱՆՃՆՇՈՒՄ ՋՐԱՆՑՔՆԵՐԻ ԱՆՑՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՏՎԱԾՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՍԿԶՐՈՒՆԲ

#### Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տեղական պայմաններից ելնելով հաճախ ստիպված են լինում ջրանցքների նախագծման ժամանակ ընդլայնական հատվածքի մի ձևից մյուսին անցնել, նման անցումներն իրականացվում են ճանցումային հատվածք կոչվող հիդրոտեխնիկական կառուցվածքների միջոցով, որոնց խնդիրն է առանց մեծ հիդրավլիկական կորուստների, հանդիսա սեծիմով իրականացնել հոսանքի անցումը մի ձևի ջրանցքից մյուսը: Այդ անցումները միաժամանակ պետք է ունենան պարզ կոնստրուկցիա:

Չնայած նրանց կարևորության, մինչև այժմ գրականության մեջ գոյություն ունի 1928 թվին Հինգսի առաջարկած նախագծման միակ մեթոդը, որով սակայն չեն օգտվում պատերի բարդ եզրագլիծ ստանալու պատճառով:

Հայկական ՍՍՌ Գիտությունների ակադեմիայի Ջրաէներգետիկ ինստիտուտի հիդրոտեխնիկարիկ լաբորատորիայում և ԿԻՍԳՔԱԻ-ի Հիդրոտեխնիկական լաբորատորիայում գերիվացիայի անցման հատվածները սուսումնասիրելուց ստացած նյութերն այժմ հնարավորություն են ապրիս նշելու հարցի ճիշտ լուծման ուղղությունը:

Այդ ստուգման ժամանակ արդյունքներից երևում է.

1. Որքան լավ է բավարարված անճնշում ջրանցքների անցումային հատվածների երկարությամբ տեսակարար էներգիայի գծային բաշխման օրենքը, այնքան լավ է աշխատում կառուցվածքը:

2. Նշված օրենքին բավարարում է Հինգսի մեթոդով նախագծած անցումային հատվածը, սակայն այն չի կիրառվում կառուցվածքի բարդության պատճառով:

3. Աշխատության մեջ նշված փաստերի հիման վրա անցումային հատվածների նախագծման հիմքում, ըստ երևույթին, պետք է գնել նրանց երկարությամբ տեսակարար էներգիայի գծային բաշխման օրենքը:

Կոնստրուկցիայի պարզեցման համար կարելի է ընտրել ազատ մակերևույթի համապատասխան սահուն անցման կոր:

4. Նշված սկզբունքից օգտվելով Հիգրոէլեկտրիկ լարորատորիայում նախագծած № 1 անցումային հատվածը (նկ. 2) միանգամայն բավարար արդյունք է ցույց տվել և կիրառություն է գտել շինարարության մեջ:

