

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ-ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՇԱԽԵՄՐԱՅԻ

ՏԵԴԵԿԱԳԻՐ ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

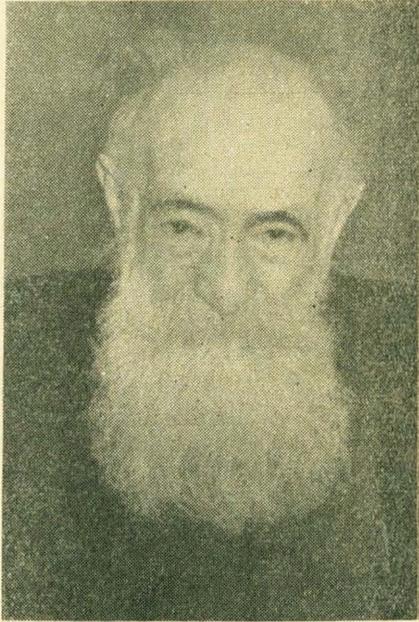
ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍԵՐԻԱ.
СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ԽՐԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿԱՎԵՅԻԱ

Աղոնց Հ. Տ., Ալեքսեևսկի Վ. Վ., Գասպարյան Ա. Մ., Եղիազարյան Ի. Վ., Կասյան Մ. Վ., Նազարով Ա. Կ. (պատ. խմբագիր), Սիմոնով Մ. Չ., Տեր-Ստեփանյան Գ. Ի., Փինաջյան Վ. Վ. (պատ. խմբագրի տեղակալ), Մանասյան Ս. Ս. (պատ. փարատողար):

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Адонц Г. Т., Алексеевский В. В., Гаспарян А. М., Егиазаров И. В., Касьян М. В., Назаров А. Г. (отв. редактор), Пинаджян В. В. (зам. отв. редактора), Симонов М. З., Тер Степанян Г. И., Манасян А. С. (ответ. секретарь).



ИОСИФ АБГАРОВИЧ ОРБЕЛИ

2-го февраля в Ленинграде скончался один из выдающихся представителей советского востоковедения, академик Академии наук СССР, член-учредитель и первый президент Академии наук Армении, маститый ученый Иосиф Абгарович Орбели.

Академик Иосиф Орбели родился в городе Кутаиси 8-го (20-го) марта 1887 г. в армянской семье. Окончив в Тифлисе классическую гимназию, он в 1904 г. поступил на историко-филологический факультет Петербургского университета, где учился у выдающихся ученых Жебелева, Марра, Смирнова, Бартольда.

Еще в студенческие годы он проявил себя в области языкознания, археологии, искусствоведения. Начиная с 1909 г., когда ему было всего 22—23 года, он принимал участие в раскопках Ани, и во время отсутствия Н. Я. Марра руководил Анийской археологической экспедицией.

В 1911 г. И. А. Орбели блестяще окончил два факультета Петербургского университета.

В том же году И. А. Орбели был командирован Российской Академией наук в Турцию для изучения армянских, урартских и сельджукских памятников Западной Армении, в частности—Васпуракана. Наряду с этим, И. А. Орбели изучал также быт и диалекты ар-

мянского и курдского населения и привез в Петербург богатые материалы.

В 1913 г. И. А. Орбели сдает экзамены магистра по линии армяно-грузинской филологии и со следующего года, в качестве приват-доцента, приступает к чтению лекций в Петербургском университете.

В 1916 г. И. А. Орбели вместе с Н. Я. Марром был командирован в Ван, проводил там раскопки, во время которых была обнаружена 265-строчная уникальная клинописная надпись урартского царя Сардура II, представляющая исключительную ценность для урартоведения.

Однако, талант И. А. Орбели, как крупного ученого и исследователя широкого диапазона, как блестящего организатора, полного неистощимой энергии, проявился во всей полноте лишь после победы Великой Октябрьской революции.

С 1918 года он в качестве профессора Петроградского университета и члена ряда научных учреждений и организаций принимает активное участие в деле организации и перестройки востоковедческих, искусствоведческих и археологических учреждений.

Организаторский талант и энергия И. А. Орбели с особой силой проявились в Государственном Эрмитаже, где он работал с 1920 г. Его усилиями был организован богатейший Восточный отдел Эрмитажа, который завоевал всемирную известность.

В 1934—1951 гг. И. А. Орбели работал директором Эрмитажа.

В 1935 г. И. А. Орбели был избран академиком Академии наук СССР.

В 1930—1941 гг. советская востоковедческая школа принимала достойное участие как в востоковедческих конгрессах, так и в важных всемирных юбилеях, в проведении которых большую роль играл И. А. Орбели.

Блестящие выступления И. А. Орбели на юбилейных торжествах встречали восторженный прием в широких кругах научной общестственности.

Многие страницы плодотворной жизни И. А. Орбели связаны с развитием арменоведения, с развитием науки и научных учреждений Советской Армении и с подготовкой научных кадров.

И. А. Орбели в 1938 г. был избран председателем Армянского филиала Академии наук СССР. В 1938—1939 гг. он возглавил подготовку и празднование 1000-летнего юбилея народного эпоса „Давид Сасунский“.

В 1943 г., в суровые годы Отечественной войны, по решению Советского Правительства в Ереване был основан крупный научный центр—Академия наук Армянской ССР и И. А. Орбели был избран ее первым президентом.

В период Отечественной войны И. А. Орбели долгое время находился в осажденном Ленинграде, откуда он не выезжал до тех пор, пока не были вывезены в тыл богатства Эрмитажа.

В условиях жестокой блокады он, своими патриотическими выступлениями, воодушевлял защитников Ленинграда.

Замечательный оратор, самоотверженный гражданин И. А. Орбели умел воодушевлять всех. Его свидетельская обвинительная речь, произнесенная против фашистских разбойничьих главарей в 1946 г. на Нюрнбергском процессе, прогремела на весь мир.

Коммунистическая партия и Советское правительство высоко оценили заслуги И. А. Орбели перед Родиной и народом. Он был награжден двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и несколькими медалями.

До конца своих дней Иосиф Абгарович руководил Институтом Востоковедения в Ленинграде, неустанно растил и воспитывал молодые кадры ученых в духе беззаветной преданности науке.

В лице Иосифа Абгаровича Орбели советская наука, в частности арменоведение, потеряла исследователя, обладавшего ярким талантом, светлым умом. Она потеряла учителя, ничего не жалевшего для своих учеников. Она потеряла ученого-новатора, умевшего схватить главное в сложнейших вопросах, человека смелого и непосредственного, пламенного гражданина-патриота.

Память о светлой жизни Иосифа Абгаровича Орбели навсегда останется неугасимой в науке и в наших сердцах.

И. В. ЕГИАЗАРОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ
РЕСУРСОВ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ОДНОМОЛЕКУЛЯРНАЯ ПЛЕНКА ДЛЯ БОРЬБЫ
С ИСПАРЕНИЕМ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДОЕМОВ, ОЗЕР
И ВОДОХРАНИЛИЩ

3-е сообщение¹

Ниже в таблице приводятся новые (1960 г.) отчетные данные Бюро Мелиорации США (Bureau of Reclamation) по химикалиям использованным для борьбы с испарением с помощью одномолекулярной пленки на озерах Ретлснек, Ралстон, Картер, Кидс, Хефнер, Мид, Сахуаро.

Все пленки из жирных спиртов C_{16} — C_{18} подвержены влиянию температуры водной поверхности, причем зависимость от температуры варьирует с изменением состава химикалия. Наличие октодеканоля C_{18} уменьшает влияние температуры. Добавки C_{18} увеличивают экономию испарения от применения пленки. Не обнаружено ясной закономерности между составом химикалия и величиной экономии испарения. Рассеивающие добавки этилена влияют на величину экономии испарения.

В отличие от предыдущих заключений констатируется, что на больших водоемах наилучшие результаты получены с рассеиванием сухого порошка жирного спирта с размером частиц около 100 микрон. При этом диаметр скопления частичек не превышал 1 мм.

При небольших ветрах защитная пленка достигает оптимального давления и высоких значений экономии испарения и не требуется 100% покрытия всей поверхности.

Исследования производились на водоемах:

Ретлснек—0,4 кв. км—1957 г. Порошок рассыпался равномерно по поверхности из расчета 0,011 грамм на кв. м. Через несколько минут около 50% поверхности озера оказывалась покрытой пленкой.

Ветер не только увеличивал давление в пленке, но и сдувал пленку к берегу. При ветрах больше 7,5 м/с пленка совершенно сдувалась с водной поверхности.

2. Ралстон—0,6 кв. км—1957 г.—снабжает питьевой водой г. Денвер. Ветры были от 2,5 до 7,5 м/с. При этих условиях подача

¹ См. „Известия АН АрмССР“ сер. тех. н. 1960 № 3 и 6: сообщения 1 и 2.

от 0,02 до 0,015 грамм на кв. км в сутки позволяла поддерживать хорошее покрытие озера пленкой.

100% покрытие достигалось при слабых ветрах и при распределенной непрерывной подаче химикалия. Определение давления в пленке показало, что в этих условиях пленка была при оптимальном давлении.

Эмульсия жирного спирта с водой легко образовывала защитную пленку, но возникали трудности обеспечения непрерывной подачи и равномерности смеси.

3. **Картер**—4 кв. км. Подавалась эмульсия и было достигнуто покрытие от 50 до 75%. Ветры в период исследований были от слабых и до 7,5 м/с.

4. **Хефнер**—10 кв. км.—1958 г.—Снабжает питьевой водой гор. Оклахому (см. статью в Известиях ОТН Армянской АН, 1960 № 6, 2-ое сообщение). Сильные ветры до 10 м/с в период исследований. При ветрах достигающих 10 м/с оказалось, что защитная пленка исчезает. По-видимому имело место влияние снижения давления в пленке, а также волновое перемешивание от обрыва волн (барашки). Слабое покрытие пленкой наблюдалось при ветрах больше 7,5 м/с.

Достигалась экономия испарений в 14%. Получено убеждение в возможности достижения экономии до 40% при более благоприятных условиях.

5. **Мид (Боулдер)**—160 кв. км—1959 г. При исследованиях ветры менялись от 3,5 до 1,0 м/с. Защитная пленка получалась исключительно устойчивой и длительной.

6. **Сахуаро**—4 кв. км—1959 и 1960 гг. Ветер от 1,5 до 4,5 м/с. Как и в предыдущем случае устойчивость пленки была хорошей и длительной.

Плавленый окто-гексадеканоль распылялся в воздух, где быстро охлаждался и образовывал порошок размером около 100 микрон. Распыление в начале производилось с судна для образования пленки, а затем порошок подавался от восьми стационарных целесообразно расположенных по отношению к ветру устройств, приводимых в действие ветром автоматически, для дополнительной подачи химикалия и поддержания пленки.

Автоматическое устройство состояло из бака горячей воды для поддержания жирного спирта в расплавленном состоянии. Расплавленный спирт продувался баллоном сжатого воздуха через распыляющее сопло.

Автомат регулировал подачу химикалия так, что не производилось подачи при ветре с берега меньше 1,5 м/с и больше 10 м/с. Для ветра промежуточной скорости химикалий подавался пропорционально скорости ветра. Подачи не производилось при ветре на берег. Такой способ подачи химикалия оказался очень эффективным.

В 1960 году подача производилась с использованием сельскохозяйственных веяльных машин установленных на судне. Полное по-

крытие озера достигалось за час. Опыты продолжаются с применением комбинации обоих методов подачи химикалия.

Из описанного следует, что способ подачи химикалия зависит от местных метеорологических условий и от условий рельефа и должен приспособляться к этим условиям.

Отчет заканчивается заключением, что борьба с испарением для больших водоемов и озер обещает широкие положительные перспективы. При этом отмечается, что на западе США ежегодно теряется на испарение 14 млрд. куб. м, т. е. количество воды достаточное для бытовых нужд населения в 46 млн. жителей.

Таблица состава и свойств жирных спиртов использованных на больших водоемах для борьбы с испарением.

№№	Состав %/о	Наибольшее дав-ление в пленке <i>дин/см</i>	Температура при наибольшем дав-лении С	¹⁾ Нарастание дав-ления <i>дин/см/сек</i>	% рассеивающей добавки ²⁾
1	2	3	4	5	6
1	С (12)=0,1; С (14)=2,4; С (15)=0,8; С (16)=89,3; С (17)=3,2; С (18)=4,7	41,7	27,2	4,02	0
2	С (12)=0,1; С (14)=3,7; С (15)=0,6; С (16)=42,6; С (17)=3,2; С (18)=41,7; С (19)=2,9; С (20)=5,1	34,9	23,3	2,31	0
3	С (10)=0,15; С (12)=0,4; С (14)=3,8; С (15)=0,35; С (16)=24,9; С (17)=1,9; С (18)=59,2; С (19)=2,6; С (20)=5,0; С (21)=0,8; С (22)=1,0;	31,8	25,8	2,30	0
4	С (14)=0,15; С (16)=8,8; С (17)=2,0; С (18)=72,3; С (19)=1,6; С (20)=10,0; С (21)=1,9; С (22)=3,3	35,6	27,4	3,03	0
5	С (14)=1,5; С (16)=28,0; С (18)=70,5	30,2	30,0	1,61	0
6	С (12) и С (14)=4,0; С (16) и С (18)=92,0	34,4	26,7	2,97	0
7	Стеариловый спирт	34,8	26,7	2,69	0
8	Жирный спирт неизвестного состава	39,4	26,9	3,80	0
10	Меристилловый спирт	39,0	29,4	5,0	0
11	Цетилловый спирт ¹⁾	38,5	28,9	1,66	0
12	Стеариловый спирт	37,4	33,0	1,31	0
13	С (14)=2,0; С (14)=2,0 ненасыщенный ²⁾ С (16)=30,2; С (16)=5,0 ненасыщен. С (18)=5,0; С (18)=50,0 ненасыщен.	36,4	28,6	1,46	0
14	С (14)=1,0; С (14)=1,0 ненасыщенный С (16)=25,0; С (16)=5,0 ненасыщен. С (18)=5,0; С (18)=62,0 ненасыщен.	33,2	27,0	1,85	0
15	С (16)=25,0 ненасыщенный; С (18)=1,0 С (18)=66,0 ненасыщенный С (14) и С (20)—8,0 ненасыщенный	34,0	28,3	1,14	0
16	Жирный спирт неизвестного состава	37,0	29,4	2,94	0
33	Октадециловый спирт (особо дестиллированный)	36,8	26,7	0,95	0
34	Гексадециловый спирт (специально дестиллированный)	42,8	28,0	1,40	0
37	Гексадециловый спирт	30,9	26,7	1,00	0
38	Гексадециловый спирт	31,8	22,2	1,71	0
	Гексадеканолю (практический)	42,2	26,7	2,23	0
	Тоже (ацетат)	40,8	25,6	1,61	0
	I	33,1	26,7	1,33	0,5
	I	31,3	22,7	8,90	1,0
	I	34,2	27,8	1,39	1,5

Продол. табл.

1	2	3	4	5	6
	I	33,8	27,2	10,00	2,0
	I	34,7	26,2	8,00	5,0
	Гексадеканоль (практический)	37,4	25,1	1,33	0,5
	. . . . .	39,4	26,7	8,52	1,0
	. . . . .	39,2	27,3	1,80	1,5
	. . . . .	39,8	26,7	1,42	2,0
	. . . . .	38,4	25,7	6,15	5,0

¹ Цетиловый спирт (практический): $C(16)=95,0\%$, цетиловый спирт (технический): $C(16)=99,0\%$;

² Если нет особых указаний, то процент состава относится к насыщенному жирному спирту;

³ Нарастание давления пленки получающееся от диска спирта диаметром 4 см положенного на кристаллизационное блюдо;

⁴ Добавка ethylene oxide-polyoxipropylene.

Все изложенное в трех сообщениях приводит к следующим практическим выводам:

1. Решение задачи о возможности и экономичности практической борьбы с испарением для малых водоемов (меньше 0,1 кв. км.) в районах, где испарение превышает 500—600 мм в год, привело за рубежом к определенно положительным результатам, и поэтому борьба с испарением подлежит внедрению в особенности для малых водоемов защищенных от больших ветров и при ветрах до 3—4 м в сек.

2. Химикалием для получения на водной поверхности жирной одномолекулярной пленки служат жирные (цетиловые) спирты гекса- и октодеканоля, стоимость которых составляет в США 115 центов за килограмм доброкачественного химикалия, и может быть понижена до 60 центов, с дальнейшим повышением качества. Эксплуатационные расходы составляют около 35% от стоимости химикалия.

3. Расход химикалия для отмеченных в п. 1 условий, т. е. для малых водоемов, не превышает 0,02 грамма на 1 кв. м водной поверхности в сутки, и как результат экономия 1 куб. м воды обходится в 1—3 цента в зависимости от величины испарения без пленки, и в зависимости от условий и качества эксплуатации пленки.

4. Проведены очень большие исследования по влиянию цетиловых спиртов на качество воды и установлено и официально признана органами Здравоохранения зарубежом полная безвредность пленки для питьевой воды для акватической флоры и фауны, для проникновения света, для кислородного обмена и пр.

5. В СССР отмеченные выше химикалия получают только в малых количествах в лабораториях. Промышленное получение химикалия не осуществляется, хотя этот химикалий входит в состав обычных стирочных порошков. Поэтому не известна стоимость химикалия и ее зависимость от объема промышленной продукции.

6. Так как возможность непосредственного внедрения этих ме-

годов борьбы с испарением с малых водоемов, в районах СССР с большим испарением, уже совершенно очевидно, то необходима срочная постановка перед нашими правительственными органами и химической промышленностью, *вопроса об определении стоимости химического советского гекса- и октодеканоля должного качества*, и об определении зависимости его стоимости от выпускаемого количества, а также определение условий организации советской промышленности цетиловых спиртов, не ожидая результатов новых исследований.

7. Разумеется параллельно с выяснением возможности получения промышленного химкалия должны продолжаться и должны быть всемерно усилены исследования разных спиртов ведущиеся: в институтах Органической химии (проф. А. Д. Петров) и Физической химии АН СССР (проф. А. А. Трапезников), в Всесоюзном Институте Гидротехники и Мелиорации совместно с Валдайской полевой лабораторией ГГИ, и с полевой лабораторией в Арданише на берегу озера Севан и по ветровому сдуванию пленки в Норкской лаборатории АН АрмССР.

8. Площадь малых водоемов—прудов СССР, в районах с большим испарением составляет больше 5 млрд. кв. м (площадь действующих водохранилищ уже составляет около 25 млрд. кв. м) и следовательно возможна экономия испаряющейся воды около 1 млрд куб. м только по мелким водоемам не считая водохранилищ. Такая площадь требует для борьбы с испарением около 15,000 тонн химкалия (гексадеканоля) в год, если борьбу вести в течение 5 месяцев наибольшего испарения. Следовательно даже малые водоемы оправдывают создание советской промышленности гексадеканоля.

Поступило 18.1.1961

Ե. Վ. ԵՂՎԱԶԱՐՅԱՆ

ԺՈՂՈՎՐԴԱԿԱՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ ԶՐԱՅԻՆ ՊԱՇՏՐՆԵՐԻ ԶԿԱԸԻ
ՏՆՏԵՍԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԶՐԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ, ԼՃԵՐԻ ՈՒ
ԶՐԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՅ ԳՈՒՈՐՇԻԱՅՄԱՆ ԴԵՄ ՊԱՅԿԱՐԵԼՈՒ
ՀԱՄԱՐ ՄԻԱՄՈՒԵԿՈՒՅԱՐ ՊԱՇՏՊԱՆԻԶ ԹԱՂԱՆԹ

3-րդ հաղորդագրություն

Ա մ փ ո փ ու մ

Ազգուստիում բերված են ԱՄՆ-ի Մեկտրայցիալի Բյուրոյի նոր հաշվառու տվյալները (1960 թ.) Ռեպուբլիկ, Ռալստոն, Կարտեր, Կիլգս, Հեֆներ, Միգ, Մախուարո լճերում միամոլիկուլյար թաղանթի միջոցով գոլորշիացման դեմ պալքարելու համար օգտագործվող քիմիկատների վերաբերյալ:

$C_{16}-C_{18}$ ճարպալին սպիրաններից ստացված բոլոր թաղանթներն էլ ենթակա են ջրային մակերևույթի ջերմային ապակցուլթանը, ըստ որում քիմիկատի կազմուլթանը ջերմալթյունից կախված փոփոխվում է: C_{18} օկտոդե-

կանոնի ներկայությունը պակասեցնում է շերմություն ազդեցությունը: C_{18} -ի ալիլացումը մեծացնում է գոլորշիացման անտեսումը թաղանթի օգտագործումից: Քիմիկատի կազմի և գոլորշիացման անտեսման մեծություն միջև չի հայտնաբերվել պարզ արտահայտված օրինաչափություն: Էտիլենի ցրվող հավելցուկները աննշան ազդեցություն են ունենում գոլորշիացման անտեսման մեծության վրա:

Ի տարբերություն նախորդ եզրակացությունների նշվում է, որ մեծ ջրավազաններում ամենալավագույն արդյունքներ են ստացվել մոտ 100 միլրոն չափ ունեցող ճարպալին սպիրտի շոր փոշու ցրման դեպքում: Այս որում մասնիկների կոտակումը կազմել է ոչ ալիլի 1 մմ:

Ոչ ուժեղ քամիների դեպքում պահպանող թաղանթը հասնում է օպտիմալ ճնշման ու գոլորշիացման անտեսման բարձր նշանակությունների և չի պահանջվում ամբողջ մակերևույթի 100% ծածկույթ:

Հալված օկտո-հեկսադեկանոլը փոշեցվելով օդի մեջ, որտեղ արագությունը ստույգ է, դառնում է մոտ 100 միլրոն մեծության փոշի: Թաղանթ տեղեկություն համար սկզբում փոշեցումը կատարվում էր նալի վրայից, իսկ հետագայում փոշին արվում էր քամու նկատմամբ նպատակահարմար դասավորություն ունեցող ութ հատ ստացիոնար հարմարանքներից, որոնք գործարկվում էին քամուց՝ ավտոմատ կղանակով քիմիկատի լրացուցիչ բաժին տալու և ստեղծված թաղանթը պահպանելու համար:

Ավտոմատ հարմարանքը կազմված էր տաք ջրի բակից, որը ճարպալին սպիրտը պահպանում էր հալված վիճակում: Հալված սպիրտը ճնշված օդի բալնով փչվում էր փոշեցնող ծալրափողակի միջով: Ավտոմատ քիմիկատի բաշխումը այնպես էր կանոնավորում, որ ցրում չէր կատարվում, եթե ափից փչող քամու արագությունը փոքր էր լինում—1,5 մ/վրկ և մեծ էր լինում—10 մ/վրկ: Միջանկյալ արագության քամու դեպքում քիմիկատի ցրումը՝ հատուցումը կատարվում էր քամու արագությունը համեմատ: Ինպիսի փչող քամու դեպքում ցրում չէր կատարվում:

Քիմիկատի նման կղանակով հատուցումը՝ ցրումը հանդիսանում է շատ էֆեկտիվ միջոց:

1960 թվականին ցրումը կատարվում էր գյուղատնտեսական քամհար մեքենաների օգնությամբ, դրանք տեղակայելով նալի վրա: Լճի լրիվ ծածկումը կատարվեց մեկ ժամվա ընթացքում: Փորձերը շարունակվում են քիմիկատի ցրման երկու կղանակների կոմբինացիայի օգտադրմամբ:

Նկարագրածից հետևում է, որ քիմիկատի ցրման կղանակը կախված է տեղական օդերևութաբանական պայմաններից, տեղանքի պայմաններից և պետք է հարմարեցվի այդ պայմաններին:

Հաշվետվությունը վերջանում է այն հետևություններով, որ մեծ ջրամբարների և լճերի համար գոլորշիացման դեմ պաշտպարը խոստանում է դրական լալն հեռանկարներ: Ընդ որում նշվում է, որ ԱՄՆ-ի արևմուտքում լուրաքանչյուր տարի գոլորշիացման վրա կորչում է 14 մլրդ. խոր. մետր, այսինքն ջրի մի քանակ, որը կրավարարեր 46 միլ. բնակչության տնտեսական կարիքներին:

ГИДРОТЕХНИКА

А. А. ГАЛФАЯН

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ НАИВЫГОДНЕЙШЕЙ ДЛИНЫ
ВОДОСЛИВНОГО ФРОНТА ПЛОТИНЫ ПРИ ТРАНСФОРМАЦИИ
МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДОХРАНИЛИЩЕМ

При поступлении паводковых вод в водохранилище часть их задерживается в нем, а другая часть сбрасывается через водоспускные сооружения. Здесь рассматривается глухой водослив, порог которого находится на уровне нормального подпертого горизонта (НПГ). При этом максимальный сбросной расход q_m меньше максимального расхода реки Q_m . Затем, когда отток превышает приток, происходит сброс воды V_m , накопленной в водохранилище.

В связи с трансформацией максимальных расходов возникает необходимость в дополнительных денежных затратах, связанных с затоплением территории в верхнем бьефе, устройством водобойных сооружений, укреплением берегов и затоплением в нижнем бьефе, а также с необходимостью увеличения габаритов плотины.

При данном гидрографе притока, q_m и V_m зависят от водосливного фронта B ; чем больше B , тем q_m больше и тем меньше V_m , вследствие чего увеличиваются капвложения в сооружения нижнего бьефа, и уменьшаются затраты, связанные с затоплением в верхнем бьефе. Обратная картина получается при малом B . Из всех значений B оптимальным является тот, который приводит к минимуму всех затрат. Следует отметить, что размеры водосбросных сооружений с одной стороны зависят от величины расчетного максимального расхода, на который их рассчитывают [1], с другой—они, в свою очередь, влияют на V_m и q_m .

Определение расчетного максимального расхода остается в центре внимания многих авторов; ([2], [3] и другие).

Необходимо подчеркнуть, что расчетный максимальный расход должен быть такой обеспеченности, которую не встречаем в период наблюдений, и поэтому он определяется с помощью не совсем обоснованных теоретических расчетов, что может привести к существенным неточностям. Этим вопросом мы здесь не занимаемся. Предполагаем, что гидрограф притока и НПГ заранее известны и в начале паводка уровень воды в водохранилище находится на НПГ, высотой h_0 .

Определение дополнительного объема плотины

Когда уровень воды в водохранилище не может превышать НПГ, объем плотины складывается из объема водосливной ее части $W_{ов}$ длиной B и объема глухой части $W_{ог}$. Объем плотины $W_0 = W_{ов} + W_{ог}$ является постоянной величиной. Но если допустить повышение горизонта воды в водохранилище на высоту h_m над НПГ, то это вызовет повышение глухой и расширение сливной частей плотины. Объем плотины, соответствующий КПГ (катастрофическому подпертому горизонту), обозначим через $W'_m = W'_{ов} + W'_{ог}$.

Дополнительный объем плотины, вызванный необходимостью трансформации наводков, выражается разностью объемов W'_m и W_0 . При этом исходим из следующих соображений:

а) Поперечное сечение створа плотины определяется пересечением двух прямых, ограничивающих склоны различных косогорностей M_1 и M_2 . Если поперечное сечение долины имеет сложное очертание откосов, то заменяем его эквивалентным по площади сечением с некоторыми средними косогорностями $M_{1ср}$ и $M_{2ср}$.

б) Местоположение водосливной части плотины подбирается такое, при котором объем земляных работ получается минимальным (см. рис. 1). Это приводит к условиям $cd \parallel Y_1 Y_2$ и $cd = Y_1 Y_2$.

в) Возвышение глухой части плотины над НПГ или КПГ, есть величина постоянная, не зависящая от высоты плотины, и потому не учитывается в расчетах.

1) По глухой части. Рассматривается бетонная гравитационная

плотина, для которой (см. рис. 1) длины Y_1 и YY_2 глухой части получаются:

$$YY_1 = \frac{B}{1 + \frac{M_2}{M_1}}, \quad YY_2 = \frac{B}{1 + \frac{M_1}{M_2}}. \quad (1)$$

С повышением уровня воды от НПГ до КПГ глухая часть плотины изменяется от EcC до $E'cC'$ и от FdD до $F'dD'$, причем объемы EcC и FdD , при заданном НПГ, являются величинами заданными. Верховой или низовой наклон граней плотины m_0 , определяется из статического расчета на скольжение (рис. 2-а) или из условия средней трети (рис. 2-б).

Рис. 1. Расположение водосливной и глухой частей плотины в створе треугольного сечения.

Верховой или низовой наклон граней плотины m_0 , определяется из статического расчета на скольжение (рис. 2-а) или из условия средней трети (рис. 2-б).

В [5] выбор профиля плотины (рис. 2-а или 2-б), а также определение наклона m_0 , производится в зависимости от коэффициента трения f тела плотины по основанию, соответственно при отсутствии и наличии фильтрационного давления. Отсюда следует, что для дан-

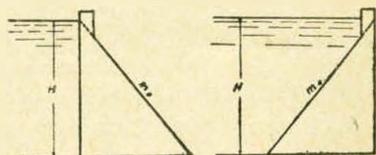


Рис. 2 а, б. Треугольные профили глухой плотины с откосами, обращенными в сторону нижнего и верхнего бьефов.

ного значения f , m_0 является величиной постоянной, независимо от высоты плотины.

Для определения объема $W_{ог}$ выделим элементарные объемы

$$\frac{m_0 \left(h_0 - \frac{x}{M_1} \right)^2}{2} dx \text{ и } \frac{m_0 \left(h_0 - \frac{x}{M_2} \right)^2}{2} dx \text{ и проинтегрируем их по } x$$

в пределах от $B_1 = YY_1$ и $B_2 = YY_2$ до $M_1 h_0$ и $M_2 h_0$. Тогда получим:

$$W_{ог} = \frac{m_0}{24M^2} (2Mh_0 - B)^3 = A (2Mh_0 - B)^3, \quad (2)$$

где

$$M = \frac{M_1 + M_2}{2}, \quad A = \frac{m_0}{24M^2}. \quad (3)$$

В уравнении (2), заменяя h_0 через $h_0 + h_m$ получим объем $W_{мг}$, после чего определим дополнительный объем

$$\Delta W_{г} = W_{мг} - W_{ог} = A \{ [2M(h_0 + h_m) - B]^3 - (2Mh_0 - B)^3 \}. \quad (4)$$

При параболическом очертании створа плотины с уравнением

$$y = \frac{1}{a} x^n, \quad (5)$$

где a и n постоянные,

$$\Delta W_{г} = \frac{2n^2}{(n+1)(2n+1)} a^{\frac{1}{n}} m_0 \left[(h_0 + h_m)^{\frac{2n+1}{n}} - h_0^{\frac{2n+1}{n}} \right] - m_0 B h_m \left(h_0 + \frac{h_m}{2} \right) + \frac{2m_0}{(n+1)a} \left(\frac{B}{2} \right)^{n+1} \cdot h_m. \quad (4')$$

Уравнение (4) можно получить из уравнения (4'), подставляя в него $n=1$ и $a=M$.

Для плотин земляного и набросного типов, в которых, кроме m_0 , имеется еще второй откос m_0 , можно пользоваться уравнениями (4) и (4'), заменяя m_0 суммой $m_0 + m_0$.

2) По водосливной части. Имеем в виду два положения: водосливная часть должна удовлетворять вышеуказанным двум условиям устойчивости (скольжения и средней трети) и ее профиль со стороны нижнего бьефа должен соответствовать очертанию сливающейся струи воды при напоре h_m над порогом водослива (водослив предполагается безвакуумным, как это обычно бывает на практике).

Верховая грань водослива предполагается вертикальной. Силы, действующие на плотину (гидростатическое и фильтрационное давления воды и другие), можно принять одинаковыми как для водосливной, так и для глухой частей, если не учесть незначительное дополнительное гидростатическое давление воды, вызванное наличием небольшого слоя h_m , сливающегося с водослива, которое действует только на глухую часть.

Исходя из условий устойчивости, профиль водосливной части плотины должен иметь по площади такое же сечение, какое имела бы заменяющая глухая плотина при том же уровне воды.

В тех случаях, когда дополнительное гидростатическое давление, обусловленное переливающимся слоем, представляет значительную величину, приходится водосливную плотину заменить глухой плотиной и расчет вести для разных m_0 .

Здесь, при определении сечения заменяющей глухой плотины, исходим из самого неблагоприятного значения глубины воды в нижнем бьефе, при котором получается максимальное значение m_0 . Гидростатическую и фильтрационную силы обозначим через E_1 и W (рис. 3). По сравнению с результатами, полученными в [5], где не

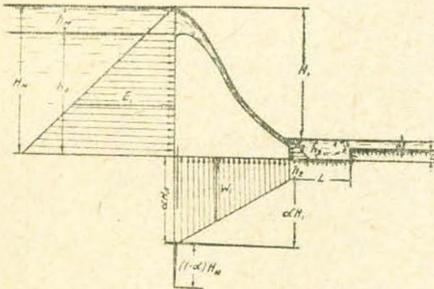


Рис. 3. Гидростатическое и фильтрационное давления воды на водосливную плотину.

предусматривается наличие воды в нижнем бьефе, здесь учитываем дополнительное фильтрационное давление на плотину, обусловленное глубиной h_2 в нижнем бьефе и горизонтальное давление E_2 со стороны нижнего бьефа. Мы исходим из того значения h_2 , при котором разница между дополнительным фильтрационным давлением (горизонтальная составляющая, которая получается умножением вертикального давления на f) и удерживающей силой давления воды глубиной h_2 стремится к максимуму, то есть при $\frac{h_2 \cdot m_0 \cdot H_1}{2} f - \frac{h_2^2}{2} \rightarrow$

$\rightarrow \text{max}$, что приводит к уравнению

$$h_2 = \frac{m_0 H_1}{2} f. \quad (6)$$

Для этого значения h_2 , условие устойчивости плотины на скольжение дает для профилей 2-а и 2-б соответственно:

$$\frac{kf}{2} m_0 = (\gamma - k\alpha) - \sqrt{(\gamma - k\alpha)^2 - k^2}, \quad (7)$$

$$\frac{kf}{2} m_0 = (\gamma + 1 - k\alpha) - \sqrt{(\gamma + 1 - k\alpha)^2 - k^2}, \quad (8)$$

где $\gamma = 2,3 \text{ м/м}^3$ — объемный вес бетона плотины,

k — отношение удерживающих и сдвигающих сил:

$$k = 1,0 \div 1,5,$$

α — коэффициент, учитывающий соотношение между максимальными значениями фильтрационного и гидростатического давлений: $\alpha = 0 \div 1,0$,

f — коэффициент трения тела плотины по ее основанию:

$$f < 0,7.$$

Для условия средней трети получим:

$$m_0 = \frac{1}{\sqrt{\gamma - \alpha}} \text{ — при профиле 2-а,} \tag{9}$$

$$m_0 = \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha}} \text{ — при профиле 2-б.} \tag{10}$$

Для различных значений k и α , по уравнениям (7), (8) и (10) составим таблицу 1, на основе которой можно построить номограммы, давшие сразу m_0 для данных f .

Таблица 1

1	$fm_0 = \frac{k}{\gamma - \alpha}$ для случая скольжения при профиле 2-а с учетом фильтрационного давления при отсутствии воды в нижнем бьефе	fm_0 для случая скольжения при профиле 2-а с учетом фильтрации по (7)	Минимальное значение f , обеспечивающее выгодность профиля 2-а	fm_0 для случая скольжения при профиле 2-б с учетом фильтрации по (8)	Максимальное значение f , обеспечивающее выгодность профиля 2-б	m_0 из условия средней трети при профиле 2-б по (10)
1	2	3	4	5	6	7
			$\alpha = 0$			1.00
1,0	0,43	0,46	0,46	0,31	0,31	
1,1	0,48	0,50	0,50	0,34	0,34	
1,2	0,52	0,56	0,56	0,37	0,37	
1,3	0,57	0,61	0,61	0,41	0,41	
1,4	0,61	0,68	0,68	0,44	0,44	
1,5	0,65	0,76	0,76	0,49	0,49	
			$\alpha = 0,2$			1.12
1,0	0,48	0,50	0,45	0,34	0,30	
1,1	0,52	0,57	0,51	0,36	0,32	
1,2	0,57	0,62	0,56	0,41	0,37	
1,3	0,62	0,72	0,64	0,44	0,40	
1,4	0,67	0,80	0,71	0,48	0,43	
1,5	0,71	0,91	0,82	0,55	0,49	
			$\alpha = 0,4$			1.30
1,0	0,53	0,58	0,45	0,36	0,28	
1,1	0,58	0,65	0,50	0,40	0,31	
1,2	0,63	0,74	0,57	0,44	0,34	
1,3	0,68	0,88	0,68	0,50	0,33	
1,4	0,74	1,02	0,78	0,55	0,42	
1,5	0,79	1,21	0,93	0,62	0,48	
			$\alpha = 0,6$			1.59
1,0	0,59	0,66	0,41	0,38	0,24	
1,1	0,65	0,76	0,48	0,43	0,27	
1,2	0,71	0,91	0,57	0,49	0,31	
1,3	0,77	1,12	0,70	0,55	0,35	
1,4	0,82	1,50	0,95	0,62	0,39	
1,5	0,88			0,71	0,45	



1	2	3	4	5	6	7
			$\alpha=0,8$			2,22
1,0	0,67	0,76	0,34	0,42	0,19	
1,1	0,73	0,95	0,43	0,49	0,22	
1,2	0,80	1,24	0,56	0,55	0,25	
1,3	0,87	1,94	0,87	0,63	0,28	
1,4	0,93			0,72	0,32	
1,5	1,00			0,84	0,38	
			$\alpha=1,0$			∞
1,0	0,77	0,94	0	0,46	0	
1,1	0,85	1,31	0	0,54	0	
1,2	0,92			0,63	0	
1,3	1,00			0,74	0	
1,4	1,08			0,88	0	
1,5	1,15			1,07	0	

Против скольжения выгодным профилем является 2-б, а при учете только условия средней трети, лучше оправдывается профиль 2-а. Выбор одного или другого профиля, с учетом обоих условий, зависит от величины f . При наличии фильтрации, выгодным является профиль 2-а, если значение m_0 по (7) меньше, чем по (10) и профиль 2-б, если значение m_0 по (8) больше, чем по (10).

После детального анализа установлено, что требование устойчивости на скольжение и удовлетворения условию средней трети превалирует над требованием, предъявляемым к безвакуумным профилям. Это позволяет водосливную часть плотины рассчитывать как глухую плотину высотой $H_m = h_0 + h_m$ (запас высоты плотины над КПГ в расчетах не учитывается).

К этому выводу мы пришли в результате следующих подсчетов. Для разных значений $h_m = 1$ м, $h_m = 2$ м, $h_m = 3$ м, $h_m = 4$ м были построены соответствующие очертания водослива безвакуумного профиля (по Кригеру). Затем было произведено сравнение площадей этих профилей с соответствующими глухими сечениями на основе таблицы 1, для условий скольжения и средней трети, при различных значениях α (от 0 до 1) и k (от 1,0 до 1,5) [4]. Анализ соответствующих графиков показывает, что сечение глухой части плотины всегда больше сечения, соответствующего безвакуумному профилю.

Поэтому, дополнительный объем по водосливной части получится как разность между объемами глухих сечений, соответствующих НПГ (высота h_0) и КПГ (высота $h_0 + h_m$), а именно:

$$\Delta W_{\text{в}} = \left[\frac{m_0(h_0 + h_m)^2}{2} - \frac{m_0 h_0^2}{2} \right] B = m_0 h_m \left(h_0 + \frac{h_m}{2} \right) B. \quad (11)$$

Здесь m_0 берется из (7) или (8).

Наконец, дополнительный объем для всей плотины (глухая и водосливная части) получится суммированием (4) и (11) при сечении долины, ограниченном прямыми линиями или (4¹) и (11)—при его параболическом очертании. Тогда

$$\Delta W = W_1 + \Delta W_{\text{в}}. \quad (12)$$

Все величины, входящие в (12), кроме B и h_m , являются известными. При учете фундаментной части плотины, полная величина дополнительного объема будет:

$$\Delta W_{\text{обш.}} = \Delta W (1+p), \quad (13)$$

где p — среднее значение отношения объема фундаментной части плотины к объему ее тела; p можно определить исходя из допускаемого напряжения на основание, величины α и других обстоятельств.

Дополнительный объем земляных работ по фундаменту равен:

$$\Delta W_{\text{земл.}} = \Delta W \cdot p. \quad (14)$$

При известном гидрографе, величины B и h_m связаны между собой. Имея одну из них можно определить другую, исходя из кривой зависимости $V_m = V_m(B)$, которая строится при водохозяйственном расчете [6].

Определение регулирующего объема водохранилища и максимального значения сбросного расхода

Регулирующий объем V_m (выше НПГ) можно с достаточной точностью выразить уравнением

$$V_m = C_1 (h_0 + h_m)^m - V_0, \quad (15)$$

где C_1 и m — постоянные параметры, зависящие от местности, в которой сооружается водохранилище,

V_0 — объем водохранилища до НПГ (заданная величина),

h_0 — глубина воды перед плотиной, считая от НПГ (постоянная величина),

h_m — максимальная высота сливной призмы, над порогом водослива (величина переменная, зависит от длины B водосливного фронта).

Уравнение для максимального сброса q_m имеет вид:

$$q_m = m_n \sqrt{2g} B h_m^{3/2} = m_1 B h_m^{3/2}, \quad (16)$$

где m_n — коэффициент расхода водослива,

g — ускорение силы тяжести.

Для каждого значения НПГ и для данного гидрографа притока, увеличение одной из величин V_m или q_m приводит к уменьшению другой.

Определение размеров водобойных сооружений

При сбросе воды через водослив возникает задача проверки наличия отогнанного прыжка, для затопления которого предусматривается соответствующее водобойное сооружение (водобойный колодец, водобойные плиты, рисберма и другие).

Для каждого значения высоты переливающегося слоя необходимо определять размеры водобойных сооружений.

Глубина d водобойного колодца определяется по формуле [4], [7]:

$$d = \varepsilon h_c^* - (h_6 + \Delta z), \quad (17)$$

где ε — коэффициент запаса (в данной работе принято $\varepsilon = 1,1$);

h_6 — бытовая глубина воды в отводящем русле;

$\Delta z = \frac{\alpha q^2}{2g\varphi^2 h_0^2}$ — перепад в выходной части водобойного колодца, здесь

$$\alpha = 1,1 \text{ и } \varphi = 0,9,$$

h_c — глубина, сопряженная с сжатой глубиной h_c .

Для прямоугольного сечения водобойного колодца [4]:

$$h_c^* = 0,5 h_c \left| \sqrt{1 + \frac{8 \alpha q^2}{g h_c^3}} - 1 \right|. \quad (18)$$

Единицей под корнем, как величиной незначительной по сравнению с $\frac{8 \alpha q^2}{g h_c^3}$, можно пренебречь (она станет значительной только при затопленном прыжке, но в этом случае водобойный колодец не нужен и его глубина по расчетам получится с отрицательным знаком).

Написав уравнение Бернулли для сжатого сечения и для сечения до плотины (с пренебрежением $\frac{V_0^2}{2g} - h_0$) и подставляя все эти значения в (17), после некоторых преобразований получим безразмерное уравнение

$$\bar{d} = 1,467 h_m^{-3/4} (1 + \bar{h}_m)^{1/4} - 0,308 \frac{h_m^{-3/2}}{(1 + \bar{h}_m)^{1/2}} - \bar{h}_6 - \frac{0,313}{\bar{h}_6^2} \bar{h}_m^3, \quad (19)$$

$$\text{где } \bar{h}_6 = \frac{h_6}{h_0}, \bar{h}_m = \frac{h_m}{h_0}, \bar{d} = \frac{d}{h_0}. \quad (20)$$

Длина L водобойного колодца определяется по формуле Павловского:

$$L = 2,5 (1,9 h_c^* - h_c). \quad (21)$$

Пользуясь обозначениями:

$$\frac{h_m}{h_0} = \bar{h}_m, \frac{L}{h_0} = \bar{L}, \quad (22)$$

уравнение (21) можно представить в безразмерном виде:

$$\bar{L} = 6,33 \bar{h}_m^{3/4} (1 + \bar{h}_m)^{1/4} - \frac{2,73 h_m^{3/2}}{(1 + \bar{h}_m)^{1/2}}. \quad (23)$$

В практических случаях кривая $\bar{L} = \bar{L}(\bar{h}_m)$ является всегда возрастающей.

Бытовая глубина h_0 в нижнем бьефе, а следовательно и \bar{h}_0 дается в зависимости от сбросного расхода q , т. е. $\bar{h}_0 = \bar{h}_0(q)$; q , в свою очередь, зависит от B и h_m . Кривая $V_m = V_m(B)$ [6] и уравнение (15) позволяют \bar{h}_0 определять только в зависимости от \bar{h}_m . Это дает возможность выразить \bar{d} в функции только от \bar{h}_m . Если кривая $\bar{d} = \bar{d}(\bar{h}_m)$ имеет максимум, то мы пользуемся ею следующим образом. Обозначим через \bar{d}_{\max} это максимальное значение глубины и через \bar{h}_{\max} соответствующую ему абсциссу. При $\bar{h}_m > \bar{h}_{\max}$ и $\bar{d}_m < \bar{d}_{\max}$, придется взять \bar{d}_{\max} ибо при работе водослива \bar{h} меняется от нуля до \bar{h}_m , принимая также и значение \bar{h}_{\max} , которому соответствует $\bar{d} = \bar{d}_{\max}$. Если $\bar{h}_m < \bar{h}_{\max}$, то необходимо взять соответствующее ему значение \bar{d}_m .

Выбор длины водосливного фронта

При данных условиях, для определения оптимального значения длины водосливного фронта, необходимо все затраты выразить в функции от B и построить их суммарную кривую. Минимум этой кривой даст наивыгоднейшую величину водосливного фронта.

а) Дополнительные затраты по водохранилищу, связанные с затоплением земель в верхнем бьефе, выражаются кривой $P_v = P_v(V_m)$, которая строится конкретно для данного случая. С другой стороны, V_m выражается в функции от B через кривую $V_m = V_m(B)$ [6].

б) Дополнительные затраты по плотине, на основе (4), (11), (12), (13) и (14) выражаются уравнением

$$P_n = \left\{ A [2M(h_0 + h_m) - B]^3 - A(2Mh_0 - B)^3 + \right. \\ \left. + m_0 h_m \left(h_0 + \frac{h_m}{2} \right) B \right\} [(1+p) \alpha_6 + p\alpha_3], \quad (24)$$

где α_6 и α_3 — стоимость соответственно 1 м³ бетона и 1 м³ земли.

Здесь P_n выражается в функции от h_m и B , но учитывая [6] и (15), следует P_n выразить только в зависимости от B .

в) Дополнительные затраты P_k по водобойным колодцам получаются перемножением d , L , B и α_k , где α_k — стоимость 1 м³ водобойного колодца.

г) Дополнительные затраты P_n по нижнему бьефу (сюда входят укрепление берегов и затопление нижнего бьефа) зависят от q_m и получаются из кривой $P_n = P_n(q_m)$, построенной для данных условий местности. $q_m = m_1 B h_m^{3/2}$ в свою очередь может выразиться в функции только от B [6].

Итак, возможность выражения всех затрат в функции от B нам позволяет определить наивыгоднейшее значение длины водосливного фронта.

Разные случаи

Вышеизложенные соображения относительно глухого водослива с порогом на НПГ, могут быть распространены и на остальные случаи водосливной плотины, вводя каждый раз соответствующее изменение.

а) При глухом водосливе с предпаводочной сработкой водохранилища, расчеты для определения оптимального значения B ведутся тем же способом, что и раньше. Отличие от предыдущего случая заключается только в том, что здесь часть приточной воды накапливается до порога водослива, и в момент, когда вода начинает переливаться через него, приток имеет уже некоторую определенную величину. Способ построения кривой зависимости V^m от B при этом не меняется [6].

б) В случае водослива со щитами обозначим через h_1 высоту НПГ воды над его порогом и через V_1 объем соответствующий этой высоте, через h_m — максимальную высоту воды над НПГ и через V_m — соответствующий ей регулирующий объем. При этом, объемы глухой и водосливной частей плотины остаются неизменными по сравнению с глухим водосливом. Это обстоятельство объясняется тем, что высота глухой части не меняется, а сама сливная часть должна удовлетворять условиям устойчивости (при этом гидростатическое, гидродинамическое и фильтрационное давление воды не изменяются). Способ построения кривой $V_m = V_m(B)$ остается не измененным, но необходимо учесть, что здесь, в начальный момент, когда щиты открываются, сброс имеет уже некоторую определенную величину, тогда как в случае глухого водослива с порогом на НПГ воды, он возрастает, начиная с нуля.

При наличии гидростанции щиты открываются постепенно, чтобы держать уровень воды на НПГ [8]. Когда приток превышает отток, даже при полном открытии щитов, уровень воды начинает подниматься над НПГ и тем самым создает величину регулирующего объема V_m воды выше НПГ. Если обозначить через B общую длину водосливной части плотины, то чистый сливной фронт станет равным αB , где $\alpha < 1$, что учитывает бычки щитовых отверстий и стеснение воды над порогом водосливных проемов. При определении q_m , B заменяется через αB . В расчетах объемов плотины и водобойных сооружений B остается неизменным. Если щиты сразу открыть полностью, то V_m получится меньше, чем при их постепенном открытии.

Глухой водослив является частным случаем водослива со щитами при $h_1 = 0$. Здесь увеличиваются затраты за счет установки щитов и

подъемных механизмов, которые (затраты) можно выразить в зависимости от гидростатического давления воды на щитах, а именно:

$$P_m + P_m' = \beta h_1^2, \quad (25)$$

где β — некоторый параметр, зависящий от используемого металла, запаса в высоте щитов над НПГ воды и от других обстоятельств. Производя все расчеты, как для глухого водослива, так и для водослива со щитами, каждому значению h_1 будет соответствовать определенное оптимальное значение B . Из различных значений переменных h_1 и B необходимо выбрать ту пару, которая соответствует минимальному значению суммарных затрат. При этом поступаем следующим образом: для разных h_1 определяем соответствующие значения B и суммарные расходы P . Строим кривую $P = P(B)$, минимум которой даст оптимальную пару h_1 и B .

в) Если после предпаводочной сработки водохранилища уровень воды находится ниже порога водослива, то во время паводка часть его вод накапливается до самого этого порога и затем при открытых щитах водослив будет работать как глухой.

Не всегда предпаводочная сработка водохранилища имеет положительное влияние в направлении уменьшения максимального сбросного расхода [9], [10]. Она может увеличить, уменьшить или держать q_m постоянным, в зависимости от гидрологических, гидравлических, топографических и экономических условий, как в случае глухого водослива, так и водослива со щитами.

г) При наличии гидростанции можно использовать регулирующий объем V_m . Это осуществляется закрытием щитов, когда уровень воды в водохранилище начинает падать после достижения своего максимума. Годовая прибыль получаемая за счет использования избыточной воды должна войти в расчеты при определении оптимального значения B .

Осуществление предпаводочной сработки водохранилища в большинстве случаев, при правильном прогнозе паводковых расходов, может привести к уменьшению максимального расхода без увеличения регулирующего объема.

Применение щитов над порогом водослива может быть обусловлено экономическими соображениями (в общем случае) и техническими условиями (в частности). Последние возникают тогда, когда для глухого водослива требуется большой водосливный фронт, а местность это не позволяет.

Հ. Ա. ԳԱԼՖԱՅԱՆ

ՊԱՏՎԱՐԻ ՋՐԹԱՓԱՅԻՆ ՖԵՐՈՆՏԻ ԹՊՏԻՄԱԼ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ ՄԱՍԻՆ, ՋՐԱՄԲԱՐԻ ՄԻՋՈՑՈՎ ՄԱՔԱՅԻՄԱԿ ԵՒՔԵՐԻ ՏՐԱՆՏՈՐՄԱՅԻԱՅԻ ԳԵՊԻՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածուժ բերվում են ջրամբարի, պատվարի (խուլ և ջրթափ մասերի), ջրծեծ կառուցվածքների և ներքին բլեֆի ալն ըլլոր լրացուցիչ ծավալները, հետևաբար և նրանց հետ կապված նյութական ծախսերը, որոնք պահանջվում են ջրամբարի միջոցով մաքսիմալ ելքերի տրանսֆորմացիայի դեպքում:

Հաշվումները ալտոկ կատարված են բետոնե խուլ գրավիտացիոն պատվարի և ոչ վակուումային ջրթափի համար, գետի հունի անկյունային և պարարույին կտրվածքների դեպքում:

Ելնելով ստատիկ պայմանից, պատվարի ջրթափային մասը պայմանականորեն փոխարինվում է վերին բլեֆում ջրի բարձրությունն ունեցող գրավիտացիոն խուլ մասով:

Սուլ պատվարի թեքությունը վերին կամ ներքին բլեֆի կողմում որոշվում է ելնելով սահքի և պատվարի մարմնում ձգվող լարումներ չառաջացնելու պայմաններից:

Վերոհիշյալ ըլլոր լրացուցիչ ծավալները, ապա և նրանց հետ կապված նյութական ծախսերը արտահայտվում են ջրթափի *B* երկարության միջոցով:

Լրացուցիչ ծախսերի գումարային կորի միխիմալ արժեքը կտա ջրթափի երկարության օպտիմալ մեծությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Нормы и технические условия для расчета максимальных расходов воды при проектировании гидротехнических сооружений на реках. Москва, 1957.
2. Крицкий С. П. и Менкель М. Ф. Проблемы регулирования речного стока, М.—Л., 1948.
3. Картвелишвили Н. А. Об обоснованности определения максимальной пропускной способности речных гидротехнических сооружений. Известия АН СССР, ОТН, Энергетика и Автоматика, № 3, 1959.
4. Близняк Е. В. Гидротехнические сооружения, т. III, М.—Л., 1939.
5. Калинович Б. Ю. Начало теории бетонных плотин. Л., 1934.
6. Галфаян А. А. Аналитический способ расчета трансформации максимальных расходов водохранилищем. Известия АН АрмССР*, серия техн. наук, № 2, 1959.
7. Чертоусов М. Д. Специальный курс Гидравлики, М.—Л., 1940.
8. Огиевский А. В. Гидрология суши, М., 1952.
9. Плешков Я. Ф. Влияние предпаводочной сработки водохранилища на расчетный максимальный расход. Гидротехническое строительство, № 9, 1953.
10. Цингер В. Н. Учет сработки водохранилищ при расчетах снижения максимальных расходов, Гидротехника и Мелиорация, № 11, 1952.

Э. Т. ДЖРБАШЯН

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ТАРИРОВКИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МУТНОСТИ ПО ГЛУБИНЕ
ОТКРЫТОГО ПОТОКА

Экспериментальные исследования движения двухкомпонентного потока в последние годы вступили в новый этап своего развития. Стали широко применяться такие новейшие средства, как радиоактивное излучение, ультразвук, скоростная киносъемка и фотоэлементы.

Применение фотоэлектрического (нефелометрического) метода в исследованиях двухфазного потока имеет сравнительно недавнюю историю. Измерения концентрации взвешенного потока оптическим методом впервые были применены Н. Н. Калитиным в 1924 г. [1] для взвеси с очень мелкими однородными частицами. Он же предложил применять этот метод для измерения содержания взвешенных наносов в реках. Однако, предложение Н. Н. Калигина получило свое внедрение только за последние годы в работах А. С. Зедгенидзе [2] и В. Г. Савина [3] для гранулометрического анализа речных наносов.

Теоретическая сторона вопроса ослабления монохроматического светового пучка при прохождении света через двухфазную среду подробно разработана в работах В. В. Шулейкина [4], К. И. Иванова [5] при исследованиях прозрачности воды, а также двухфазной жидкости с очень мелкой взвесью. В работах К. С. Шифрина [6] этот вопрос решен для более общего случая. Им же предложена формула для расчета коэффициента ослабления светового потока при прохождении ее через взвесь.

Экспериментальная проверка теоретических результатов К. С. Шифрина была проведена М. М. Архангельским и А. А. Букиной [7] на фотоколориметре ФЭК-М. Получены кривые зависимости коэффициента ослабления от числа частиц и эти результаты сравнены с теоретическими кривыми. Ими же было оценено влияние крупности песчинок на коэффициент ослабления света.

Аналогичные работы были проведены Б. Эстерером [8] с целью определения механического состава наносов. Для получения однородной взвеси он применял восходящий слой взвеси в вертикальной трубе определенной концентрации. Однако, применение такой тарировки для измерения распределения мутности по глубине открытых потоков представляет определенную трудность.

Интересные работы по применению фотоэлектрического метода в подобных случаях ведутся за последние годы М. Рудишом и Н. Ме-

хеком [9]. Авторы считают, что прямолинейность зависимости концентрации от интенсивности света является ошибкой. Ошибку, приводящую к прямолинейности указанной зависимости, они объясняют взаимным закрытием частиц в освещенной части трубы.

Фото-электрический метод определения распределения мутности по вертикали открытого потока воды до последнего времени успешно применялся в случае лотков малых размеров и при малых концентрациях.

Однако, подобные исследования проводятся редко. В работе В. П. Петрова и З. Н. Котовой [10] приведены результаты экспериментальных исследований в стеклянном лотке длиной 3 м и шириной 10 см. Там же была применена тарировка, основанная на связи между изменениями силы тока генерируемого фотоэлементом и количеством песчинок, высчитанных на киноплёнке. Такой способ имеет тот недостаток, что частицы песка, находящиеся между стеклянной стенкой лотка и „световым ножом“, заслоняют некоторые частицы, попавшие в пределы светового луча, и последние не могут фиксироваться киноаппаратом. Полученная таким образом тарировочная кривая не совсем точно характеризует действительную мутность потока. Понятно также, что ошибка при таком способе тарировки увеличивается с увеличением ширины лотка. В упомянутой работе даны кривые зависимости силы тока, полученного от фотоэлемента, от числа частиц, однако не приведен коэффициент усиления.

С целью устранения указанного недостатка в нашей работе использован другой метод тарировки фотоэлектрической установки, который может быть применен как для широких, так и для узких лотков. Так как эксперименты по определению распределения наносов по глубине открытого потока проводились в лотке шириной 50 см и длиной 12 м, то тарировка была произведена в том же лотке в заранее выбранном створе.

Тарировка заключалась в следующем:

В выбранном створе лотка специальным приспособлением создавалось напорное движение по всей ширине между двумя стеклами, как это показано на рис. 1. (Стекла удалены друг от друга на расстоянии, равное толщине горизонтального луча, падающего на фотоэлемент): Верхнее стекло окрашено в черный цвет, за исключением участка, где проходит горизонтальный луч. В зависимости от числа частиц, пересекающих световой луч, меняется сила тока, падающего на фотоэлемент и соответственно меняется запись на осциллографе. Параллельно с записью на осциллографе производились фотосъемки светового пучка в плане с применением лампы вспышки ЭВ-1 (рис. 2).

На полученных фотоснимках луча хорошо видны песчинки, находящиеся в освещенной полосе толщиной 5 мм и шириной 40 мм, их можно сосчитать невооруженным глазом для концентрации до 0,25%. Момент съемки фотоаппаратом был синхронизирован с за-

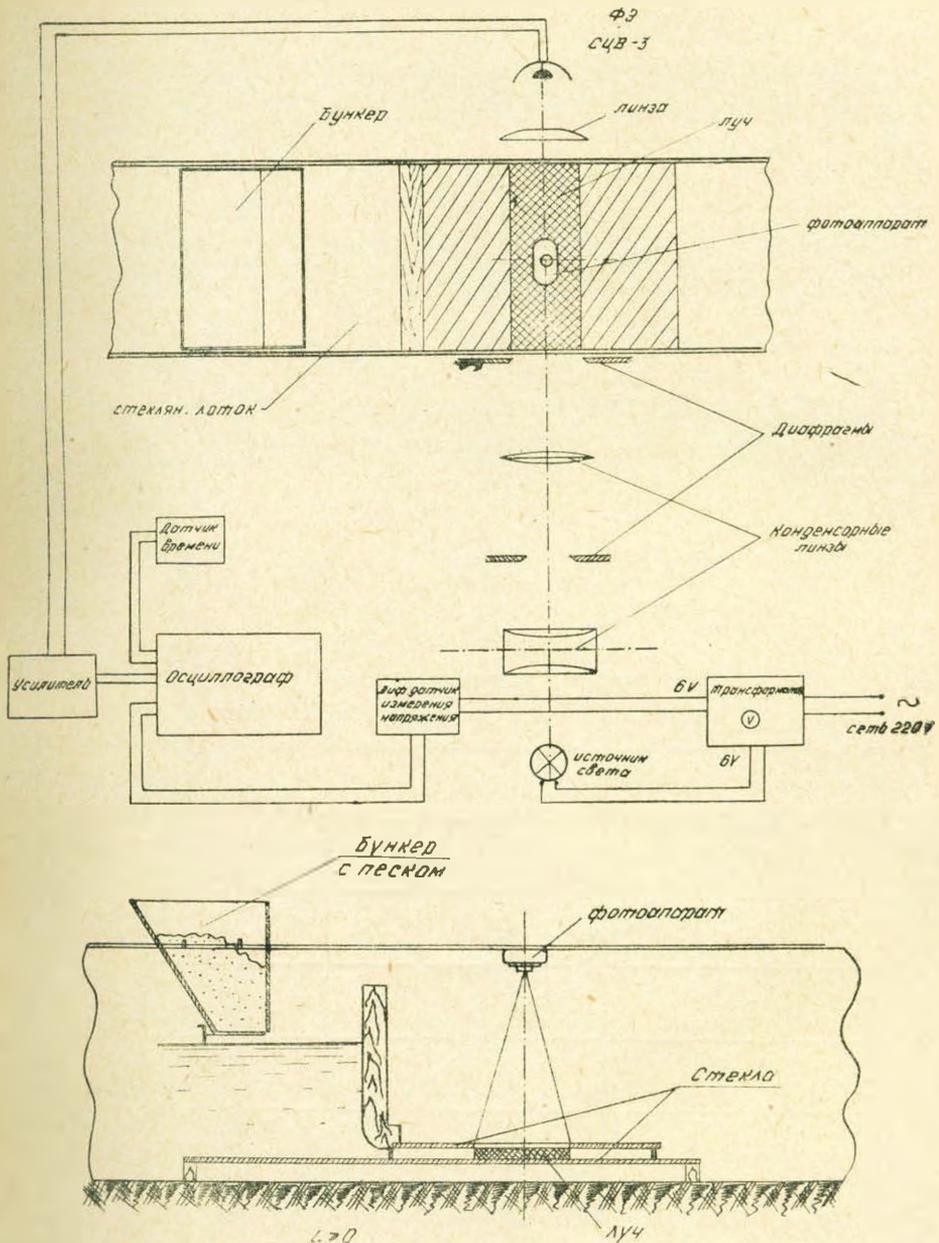


Рис. 1. Схема тарировочной установки план и разрез.

писью на осциллограф. Во время фотосъемки, световой эффект от вспышки ЭВ-1 вызывал отметку на осциллограмме.

По высчитанному числу песчинок на фотокадрах и записях на осциллограмме строилась тарировочная кривая.

$J \sim h = f(N)$ или $Y \sim h = f(S)$ рис. 3. Здесь Y — сила тока, полученная от фотоэлемента и усиленная с помощью двухкаскадного усилителя;

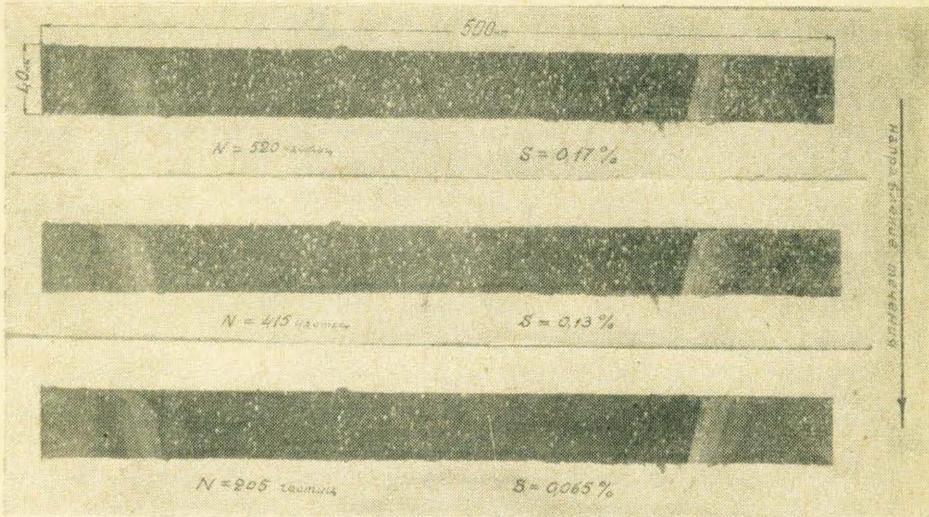


Рис. 2. Освещенный луч в плане с песчинками, при разных числах частиц в луче.

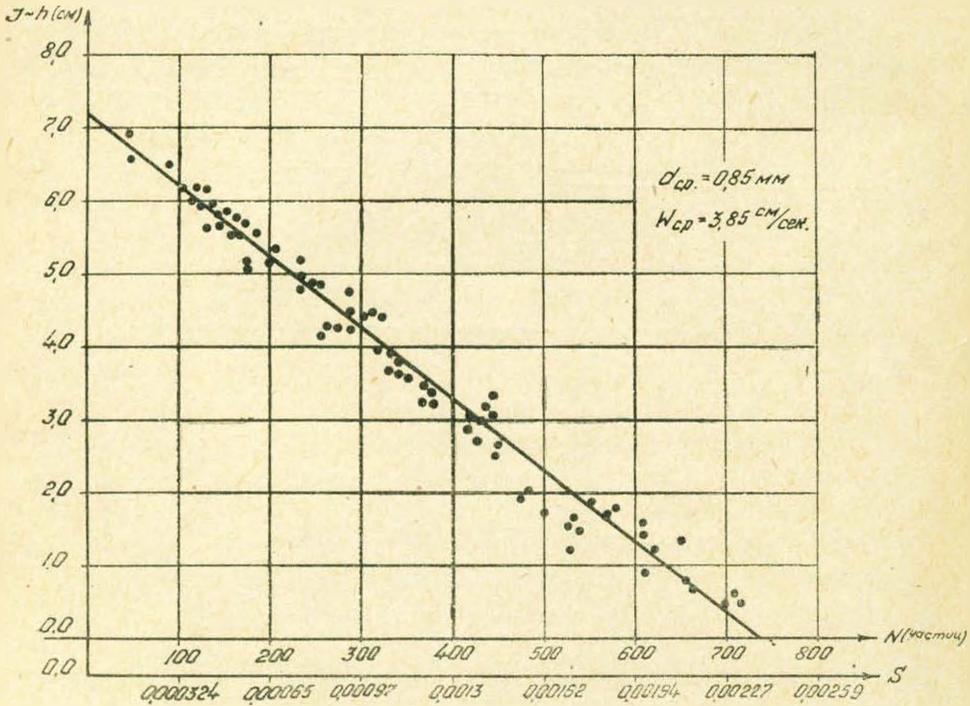


Рис. 3. Тарировочная кривая.

h — графически вычисленная разность между силой тока взятой с осциллограммы для полного закрытия щели и для двухкомпонентной жидкости;

N — число песчинок, попавших в луч;

S — мутность.

Пересчет от числа частиц, находящихся в освещенном луче к мутности (рис. 3), проводился как отношение суммарного объема песчинок к освещенной полоске воды по всей ширине лотка. На фотоснимках фиксировались все частицы, находящиеся в толщине луча 5 мм.

Как видно из рис. 2, распределение песчинок по ширине лотка можно считать равномерным; такая картина наблюдается во всех фотоснимках. Для проверки фиксации фотоаппаратом всех частиц, находящихся в световом луче, были проведены контрольные фотоснимки с частицами, диаметр которых гораздо меньше диаметра подопытного песка.

Эксперименты были проведены только с одной крупностью частиц, со средним диаметром песчинок $d_{cp} = 0,85$ мм и гидравлической крупностью $W = 3,85$ см/сек. Тарировка описанным методом требует соблюдения гранулометрического состава песка, который применяется во время эксперимента. В противном случае может изменяться интенсивность света, падающего на фотоэлемент, так как коэффициент рассеивания света зависит от диаметра частиц.

Из вышензложенного видно, что предлагаемый способ тарировки более точный. В данном случае частицы заслоняют друг друга только в пределах толщины светового луча: 5 мм и кривая (рис. 3) полностью лишена всех тех недостатков, которые неизбежны при других способах тарировки, а именно при комбинации киносъемки с фотоэлектрическим методом, тарировки с готовой взвесью и т. д.

При тарировке вышеупомянутым методом оценивается также предполагаемая ошибка, в результате которой получается прямолинейность зависимости силы тока получаемой из фотоэлемента от мутности, ошибка, отмеченная М. Рудиш и И. Махек в работе [9].

Институт энергетики и гидравлики

АН Армянской ССР

Поступило 20.IV 1960

Է. Տ. ՋՐԲԱՇԱՆ

ԲԱՅ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐՈՒՄ ՊՂՏԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՉՈՓԵԼՈՒ ՀԱՄԱՐ
ՓՈՏՈՒՂԵԿՏՐՈՎԱՆ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ԱՏՈՒԳԱԶՈՓՄԱՆ ՄԻ ՄԵԹՈՂԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ռ մ

Երկֆազանի հեղուկների էքսպերիմենտալ հետազոտություններում վերջին տարիներս լայն կիրառություն են ստացել ռադիոակտիվ իզոտոպների վրա հիմնված մեթոդները, ուլտրաձայնը, մեծ հաճախականությամբ կիրառվող բաճանոցները և ֆոտոէլեկտրոնները:

Աշխատանքում բերված է ֆոտոէլեկտրական եղանակով հոսանքների պոտորություն չափման և ֆոտոէլեկտրական տեղակայումների ստուգաչափման մեթոդների համառոտ անալիզը: Առաջարկվում է ջրի հոսանքի ոչ մեծ պոտորության և ջրատարի ցանկացած լայնություն դեպքում ֆոտոէլեկտրական տեղակայման ստուգաչափման նոր մեթոդ: Ստուգաչափման վերահիշյալ մեթոդը հիմնված է հոսանքի ամբողջ լայնությամբ, ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող զուգահեռ ճառագայթների փնջի մեջ ավազի հատիկների պլանային լուսանկարահանման և ֆոտոէլեմենտից ստացվող երկաստիճանային ուժեղացուցիչում ուժեղացվող էլեկտրական հոսանքի ուժի փոփոխման գրանցման վրա:

Այդ եղանակով կատարված ֆոտոէլեկտրական տեղակայման ստուգաչափման կորը զերծ է մինչ այդ գոյություն ունեցող եղանակներով ստացված կորերում տեղ գտած սխալներից: Մասնիկների՝ իրար ծածկելու վտանգը այստեղ կարող է տեղի ունենալ միայն զուգահեռ ճառագայթների հաստություն մեջ, որը ընդամենը 5 մմ է:

Աշխատանքում բերված է նշված եղանակով ստացված ստուգաչափման կորը $d_{\text{ար}} = 0,85$ մմ — միջին տրամագիծ և $W_{\text{ար}} = 3,85$ սմ վրկ հիդրավիկական խոշորություն ունեցող ավազի մասնիկների համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Калитин Н. П.* Новый метод измерения количества взвешенных в воде твердых частиц. Изв. Научно-мелиоративного ин-та, вып. 7, 1924.
2. *Зедгенидзе А. С.* Определение концентрации и гранулометрического состава взвешенных наносов в полевых условиях. Тбилиси, Изд. ТИИЖТ, 1953.
3. *Савин В. Г.* Прибор для гранулометрического анализа наносов. Тезисы докладов на научном совещании по методам измерений и приборам для гидравлических исследований, Киев, 1960.
4. *Шулейкин В. В.* Физика моря. Изд. АН СССР, Москва, 1953.
5. *Иванов К. И.* Изменение коэффициента ослабления света в зависимости от изменения взвешенных в воде частиц. ДАН СССР, 7, № 4, 1970.
6. *Шифрин К. С.* Рассеяние света в мутной среде. ГИИ, М.—Л., 1951.
7. *Архангельский М. М., Букина А. А.* Физические основы оптического метода измерения концентрации речных наносов. Изв. АН СССР, серия географическая, № 5, 1955.
8. *B. Esterer.* Photoelektrische Verfahren zur Untersuchung von Korngemischen. Mitteilungen des Forschungs-Institutes für Wasserbau und Wasserkraft e. v. München, 1955. heit 3.
9. *M. Rudis, J. Machev.* The Photometric Measurement of Concentration of the Identical Spherical Particles in Water. Slovenská Akadémia Vied, Vodohospodársky časopis, Ročník VII, číslo 4, 1959.
10. *Петров В. П., Котова З. И.* Исследование движения взвешенных наносов фотоэлектрическим методом в лабораторных условиях. Изв. АН СССР, серия геофиз., № 8, 1957.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А. Г. АЗИЗЯН, Р. А. МЕЛИКЯН, Н. И. СМИРНОВ

ГИДРОДИНАМИКА БАРБОТАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ

Сообщение I

Скорость массового всплывания пузырьков газа в среде жидкости в зависимости от характера и высоты ее слоя, дисперсности и скорости газа

В практике химической технологии довольно часто встречается явление всплывания газа в среде жидкости, как например, в барботажных реакторах, абсорбционных, ректификационных тарельчатых и ситчатых аппаратах и др. Почти во всех случаях оно используется для осуществления тепло- или массо-передачи от газа к жидкости или наоборот. Известно, что коэффициенты тепло- или массо-передачи зависят от гидродинамических параметров процесса [1—6], в частности от скорости всплывания пузырьков. Кроме того, скорость всплывания имеет самостоятельное значение в расчете аппаратуры: позволяет рассчитывать время контакта фаз и рабочий уровень аппарата, т. е. высоту газожидкостной смеси II.

Опубликовано много работ, посвященных всплыванию газа в среде жидкости. Однако, большая часть их посвящена скорости всплывания единичных пузырьков [7—15, 22]. Это и естественно. Для изучения более сложного явления массового всплывания, имеющего практическое значение, необходимо было начать с самого простого случая всплывания единичных пузырьков.

Опубликованы также работы, касающиеся случая массового всплывания пузырьков газа. Позин с сотрудниками изучали [2, 3, 16] пенную область этого явления, пропуская газ через относительно небольшие слои жидкости и выявили большую эффективность пенных аппаратов по сравнению с насадочными или тарельчатыми. Ими предложен ряд количественных закономерностей, касающихся этого режима. Кузьминых, Аксельрод и др. [1, 17, 18] осуществляли прохождение газа через небольшие слои жидкости при еще более высоких скоростях. Выведенное ими уравнение дает зависимость отношения удельного веса эмульсии и удельного веса жидкости от скорости газа и других факторов в указанной области скорости газа. Аксельродом и Дильманом [19] изучен узкий участок скоростей газа и предложено расчетное уравнение, включающее в себя диаметр пузырьков и их число над отверстием, которые не поддаются измерению при массовом всплывании пузырьков газа.

По этой же причине нужно признать неудобными для применения формулы Ван-Кревелена и др. [20], выведенные для прохождения серий пузырьков через жидкость в колоннах небольшого диаметра. При этом образование пузырьков газа происходит из одного отверстия. Шабалин [5, 21] наблюдал явления раздробления и слияния пузырьков газа, а также замкнутой циркуляции газа внутри них. Он пришел к выводу о постоянстве интенсивности конвенционных движений внутри пузырьков, независимо от его размеров. Это же явление описывает Гарнер [6, 12], который отмечает деформации пузырьков газа вплоть до образования новых пузырьков, причем объясняет это изменением поверхностного натяжения вследствие различного массообмена в разных точках поверхности пузырьков. С последним толкованием трудно согласиться, так как подобные явления деформации пузырьков отмечены и при отсутствии массообмена [13]. Лайбсон и др [23] фотографировали образование пузырьков из различно расположенного отверстия, их поведение при всплывании, а также дали зависимость диаметра пузырька от критерия Рейнольдса.

В опубликованных работах отсутствует систематическое изучение изменения скорости массового всплывания газовых пузырьков в более или менее широком диапазоне в зависимости от основных измеряемых факторов, таких как: размер и число отверстий распределительной тарелки, скорость газа в этих отверстиях, высота слоя жидкости, ее физико-химический характер и т. д. Настоящая работа преследует цель пополнить существующий экспериментальный материал, что может способствовать обобщению и развитию теории гидродинамики барботажных процессов, кроме того позволит количественно оценить характер изменения скорости стесненного всплывания пузырьков, часто имеющего место в практике производства, в зависимости от легко измеряемых факторов.

Экспериментальная часть

На опытной установке (рис. 1) газ (во всех случаях воздух) пропускаться через слой жидкости, имеющий определенную высоту h . Стеклянная колонна 6 заливалась жидкостью при начальном пропускании воздуха, которое не позволяло жидкости стекать через отверстия распределительной тарелки 9, что и проверялось по отсутствию капель в трубке 10. Воздух поступал через ресивер 1, реометр 2 и увлажнитель 4, причем давление его замерялось манометром 5, а количество регулировалось краником 3, выпускающим избыток в атмосферу. После того, как в колонну 6 заливалось жидкости на высоту h , при которой гидростатическое давление столба h и давление воздуха в кубе колонны 7 выравнивалось, замерялась высота h , затем началась подача воздуха, который барботировал через жидкость, при этом уровень последней поднимался и достигал при расходе газа Q определенной высоты H , замеряемой визуалью по нанесенной на колонну миллиметровой шкале 8. Подобная установка может быть соб-

рана с колонной, имеющей тот же диаметр, что и распределительная тарелка (А) или несколько больше нее (В). Особенно важно предупредить утечку газа и жидкости через места присоединения колонны, куба и распределительной тарелки, что достигалось уплотнением указанных стыков тиоколовой замазкой.

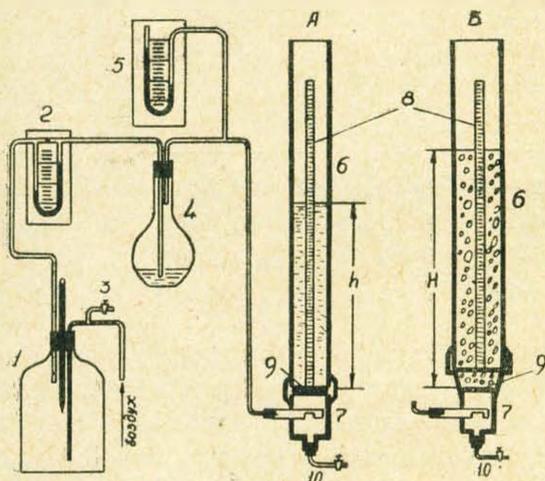


Рис. 1. Схема опытной установки.

Количество пропускаемого через жидкость воздуха изменялось от 0 до 100 литров в минуту и в каждом случае отмечалась высота газожидкостного столба H . Ввиду невозможности термостатировать крупную установку, опыты проводились при комнатной температуре* с введением соответствующих поправок при подсчете объема газа.

Для испытания было взято 12 различных распределительных тарелок (см. табл. 1). Как видно из таблицы 1 подбор распределительных тарелок позволяет сопоставить их по свободному сечению, числу отверстий и их диаметру. Независимо от числа отверстий они равномерно распределялись по всей площади тарелки, диаметр которой во всех случаях равнялся 76 мм.

Для выяснения влияния диаметра аппарата D опыты были проведены в колоннах с внутренним диаметром 76, 107 и 220 мм (последняя квадратного сечения $D_{\text{эк}}=220$ мм).

Среда всплывания подбиралась таким образом, чтобы можно было выяснить влияние вязкости, поверхностного натяжения и удельного веса жидкости. С этой целью испытания проводились с водой, водными растворами этилового спирта и глицерина. При этом указанные константы изменялись в пределах: вязкость от 0,85 до 11,6 сп, поверхностное натяжение от 22 до 73,6 дин/см, удельный вес от 800 до 1166 кг/м³ [26]. Лишь для растворов глицерина удельный вес и вязкость определялись экспериментально перед производством опы-

* Температура при опытах в зависимости от времени года менялась от 14 до 29°C.

Таблица 1

Характеристика применяемых распределительных тарелок

№№ распределительных тарелок	Диаметр отверстия d_0 в мм	Число отверстий n	Свободное сечение тарелки f в м ²	№№ распределительных тарелок	Диаметр отверстия d_0 в мм	Число отверстий n	Свободное сечение тарелки f в м ²	№№ распределительных тарелок	Диаметр отверстия d_0 в мм	Число отверстий n	Свободное сечение тарелки f в м ²
1	1,0	50	$39,2 \cdot 10^{-6}$	5	1,4	25	$38,4 \cdot 10^{-6}$	9	2,24	10	$39,4 \cdot 10^{-6}$
2	1,0	40	$31,4 \cdot 10^{-6}$	6	1,4	20	$30,8 \cdot 10^{-6}$	10	2,24	8	$31,5 \cdot 10^{-6}$
3	1,0	30	$23,5 \cdot 10^{-6}$	7	1,4	15	$23,1 \cdot 10^{-6}$	11	2,24	6	$23,6 \cdot 10^{-6}$
4	1,0	20	$15,7 \cdot 10^{-6}$	8	1,4	10	$15,4 \cdot 10^{-6}$	12	2,24	4	$15,8 \cdot 10^{-6}$

та и составляли (при 28 °С): для 54,5% водного раствора $\gamma = 1135,6 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 5,8 \text{ сп.}$, для 66,0%* водного раствора $\gamma = 1166,24 \text{ кг/м}^3$, $\mu = 11,8 \text{ сп.}$

Для выяснения влияния высоты начального слоя жидкости последняя в опытах варьировалась в пределах от 100 до 900 мм. Опыты проводились при скоростях газа, охватывающих режим свободного всплывания (барботаж) и переход последнего в смешанный барботажно-струйный режим [25].

Как уже отмечалось, при каждом опыте визуально замерялись: начальная высота слоя жидкости (до пропускания воздуха) h , высота газожидкостного столба (при установившемся режиме) H , объем пропускаемого в единицу времени газа Q , его давление p и температура t . Затем рассчитывался объем пропускаемого в секунду газа $Q_{\text{ср}}$, соответствующий условиям, при которых проводился данный опыт.

Так как поток газожидкостной смеси образуется благодаря объемной работе газа над системой [24], то один из основных параметров этого потока—скорость газожидкостной смеси—можно выразить:

$$W_{\text{см}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{F}, \quad (1)$$

где F —сечение колонны.

Количественное значение $W_{\text{см}}$ не отличается от фиктивной скорости газа в колонне, тем не менее мы считаем более правильным использовать понятие „скорость газожидкостной смеси“ так как это понятие непосредственно вытекает из механизма и физической сути явления всплывания газовых пузырьков в среде жидкости.

Средняя по высоте слоя жидкости скорость всплывания пузырьков газа определялась по выведенному ранее [24] уравнению:

$$(W_s)_{\text{ср}} = W_{\text{см}} \frac{h}{H-h} \quad (2)$$

* Более концентрированные водные растворы глицерина образуют при пропускании через них воздуха устойчивые взвеси, делающие невозможным точное визуальное наблюдение высоты газожидкостного столба H .

Результаты опытов приведены в виде кривых по координатам $W_{см} - (W_s)_{ср}$ на рисунках 2, 3, 4, 5, 6, каждая кривая построена по 8÷20 точкам. Цифры у кривых указывают высоту начального слоя жидкости h в дециметрах.

Для проверки точности методики замера газожидкостного столба было поставлено несколько опытов по методу Ван-Кревелена и др.

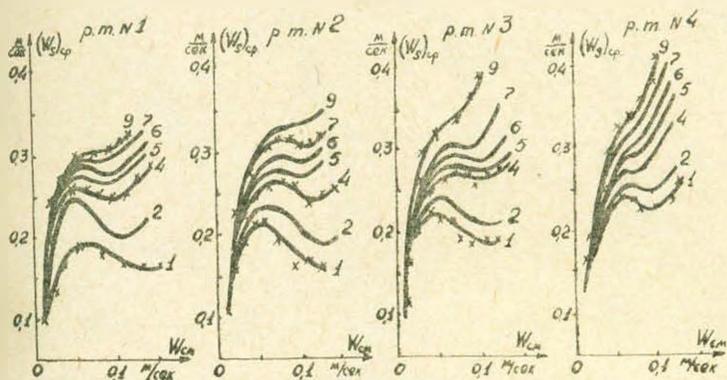


Рис. 2. Зависимость средней скорости всплывания $(W_s)_{ср}$ от скорости газожидкостной смеси $W_{см}$ при распределительных тарелках №№ 1-4, для воды, в колонне $D=0,076$ м.

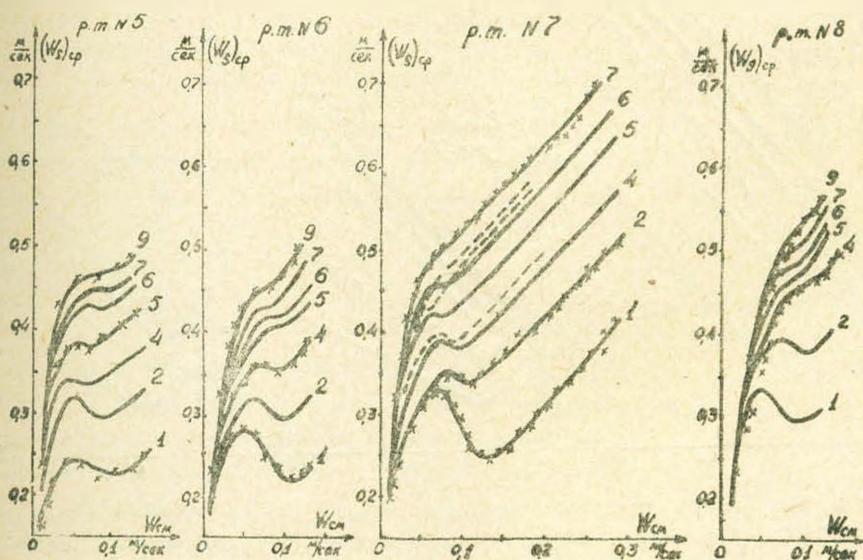


Рис. 3. Зависимость средней скорости всплывания $(W_s)_{ср}$ от скорости газожидкостной смеси $W_{см}$ при распределительных тарелках №№ 5-8, для воды, в колонне $D=0,076$ м.

[20]. Сущность опытов заключалась в том, что колонна заливается доверху жидкостью, а затем пропускается воздух, при этом часть жидкости выливается из колонны, а оставшееся количество, очевидно, соответствует высоте первоначального столба жидкости.

Таким образом в отличие от наших опытов, когда заранее измерялась начальная высота столба жидкости h , а в течении самого опыта визуально определялась высота газожидкостного столба H , у Ван-

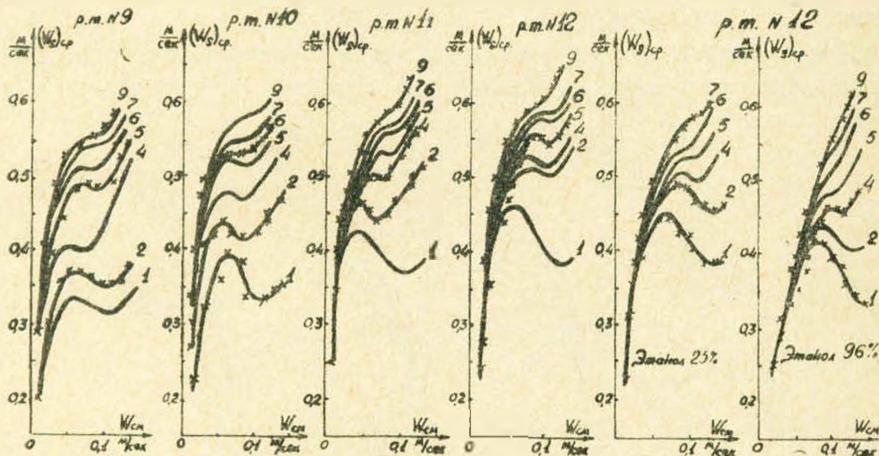


Рис. 4. Зависимость средней скорости всплывания $(W_s)_{cp}$ от скорости газожидкостной смеси W_{cm} при распределительных тарелках №№ 9:12, для воды и растворов этанола, в колонне $D=0,076$ м.

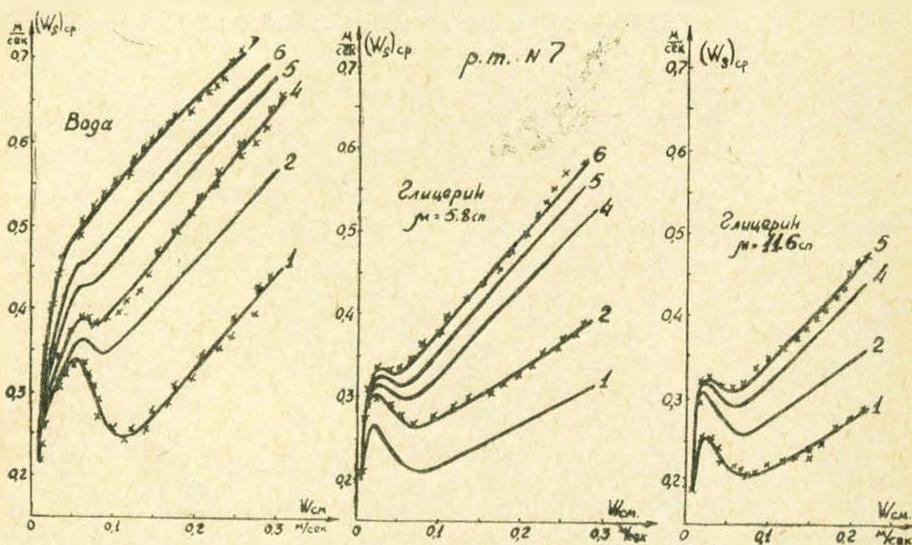


Рис. 5. Зависимость средней скорости всплывания $(W_s)_{cp}$ от скорости газожидкостной смеси W_{cm} при распределительной тарелке № 7, для воды и растворов глицерина, в колонне $D=0,076$ м.

Кревелена высота газожидкостного столба равна высоте колонны, а первоначальная высота слоя жидкости может быть определена либо после опыта замером оставшегося количества жидкости, либо легко подсчитана исходя из объема вылитой воды:

$$h = H - \frac{V_{\text{выл.}}}{F} \quad (3)$$

Опыты по методике Ван-Кревелена поставлены в колоннах с диаметром 76 мм и высотой 420, 665 и 770 мм. Результаты этих опытов даны на рис. 3 в виде пунктира и по характеру кривых соответствуют данным, полученным по принятому нами методу. Некоторые характеристики проведенных опытов приводятся в таблице 2.

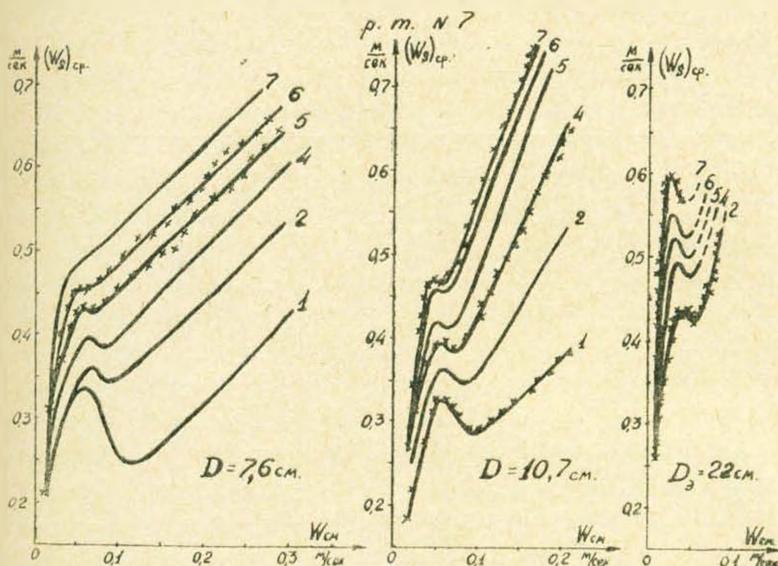


Рис. 6. Зависимость средней скорости всплывания $(W_g)_{cp}$ от скорости газожидкостной смеси W_{cm} при распределительной тарелке № 7, для воды, в колоннах различного диаметра.

Визуальное изучение процесса при проведении опытов показало, что гидродинамическая картина массового всплывания очень сложна. Только при небольших скоростях пропускаемого газа размеры пузырьков на различной высоте слоя отличаются друг от друга мало, и в жидкой среде не наблюдается сильных возмущений. С увеличением скорости подаваемого газа усложняется и гидродинамическая картина: на некоторой высоте слоя наблюдается слияние пузырьков в более крупные, которые обладая большей скоростью подъема вызывают завихрение среды окружающих пузырьков. При этом последние обтекают большой пузырь сверху вниз или отталкиваются в сторону, в обоих случаях изменив скорость и направления движения. При дальнейшем увеличении скорости подаваемого газа возникают струи, которые по ходу всплывания или разбиваются на отдельные пузыри или сливаются с другими струями, что сильно увеличивает турбулентность процесса, вызывая пульсацию жидкости.

Обсуждение результатов

Все экспериментальные данные нами приведены в виде кривых, выражающих зависимость между средней скоростью газожидкостной смеси W_{cm} и средней скоростью всплывания газа $(W_g)_{cp}$. При этом в данной работе значение $(W_g)_{cp}$ учитывает среднюю скорость переме-

Таблица 2

№№ опытов	Диаметр отверстий тарелки d_0 в мм	Число отверстий тарелки n	Внутренний диаметр колонны D в мм	Начальная высота слоя жидкости h в м	Жидкость	Температура при опытах в °С	Расход воздуха Q в л/мин.	Примечание
1—89	1,0	50	76	0,1—0,9	Вода	20—26	0—32	
90—187	1,0	40	76	0,1—0,9	•	19—23	0—29	
188—257	1,0	30	76	0,1—0,9	•	21—23	0—30	
258—331	1,0	20	76	0,1—0,9	•	17—18	0—29	
332—396	1,4	25	76	0,1—0,9	•	18—22	0—30	
397—466	1,4	20	76	0,1—0,9	•	14—20	0—30	
467—618	1,4	15	76	0,1—0,7	•	14—27	0—95	
619—679	1,4	10	76	0,1—0,8	•	20—24	0—33	
680—722	2,24	10	76	0,1—0,7	•	19—22	0—30	
723—774	2,24	8	76	0,1—0,9	•	20—25	0—30	
775—836	2,24	6	76	0,1—0,9	•	21—24	0—30	
837—897	2,24	4	76	0,1—0,7	•	23—26	0—30	
898—1036	1,4	15	107	0,1—0,7	•	16—24	0—95	
1037—1121	1,4	15	220	0,2—0,7	•	16—17	0—95	
1122—1179	2,24	4	76	0,1—0,7	этанол 24%	26—29	0—30	
1180—1245	2,24	4	76	0,1—0,9	этанол 96%	24—29	0—30	
1246—1362	1,4	15	76	0,1—0,6	глицерин 54,5%	28	0—104	
1363—1401	1,4	15	76	0,1—0,5	глицерин 66%	28	0—104	
1431—1444	1,4	15	76		вода	18	0—57	$H=0,42$ м
1445—1455	1,4	15	76		•	18	0—40	$H=0,665$ м
1456—1466	1,4	15	76		•	18	0—40	$H=0,77$ м

щения пузырьков газа относительно среды всплывания, а не стенки сосуда, как это обычно принимается многими авторами. Эти вопросы подробно рассмотрены одним из авторов настоящей статьи [24, 25], им же дана взаимная связь скоростей [25] трех потоков, возникающих при всплывании газовых пузырьков в среде жидкости, в виде уравнения:

$$W_{ж} = \frac{W_{см}}{1 - \frac{W_{см}}{(W_s)_{ср}}}, \quad (4)$$

где $W_{ж}$ — средняя скорость нисходящего потока жидкости.

В этом разделе мы часто обращаемся к этому уравнению, позволяющему объяснить ход изменения экспериментальных кривых. Как видно из приведенных графиков, на всех кривых, вначале с возрастанием $W_{см}$ увеличивается также $(W_s)_{ср}$. Иначе говоря, с увеличением концентрации пузырьков в слое жидкости, возрастает их скорость всплывания. Для объяснения этого обратимся к механизму всплывания. Скорость перемещения пузырька обусловлена скоростью заполнения того объема, который он покидает при перемещении вверх по слою жидкости, причем когда всплывает одинокий пузырь единственным источником заполнения этого объема является жидкость, стекающая сверху вниз, но, как показывает опыт, это условие становится не обязательным при массовом всплывании пузырь-

ков. Очевидно в этом случае появляется новый источник заполнения покинутого пузырьками объема, а именно, жидкость, вытесненная соседними или следующими позади пузырями. В начальный период с увеличением концентрации пузырьков последний источник становится более преобладающим, что облегчает и ускоряет перемещение пузырьков вверх по слою жидкости.

С другой стороны увеличение концентрации пузырьков оказывает тормозящее влияние на скорость всплывания (увеличивает стесненность), так как при этом скорость жидкости, обтекающей пузырьки возрастает, следовательно возрастает и сопротивление среды. При увеличении концентрации пузырьков скорость обратного стекания жидкости возрастает благодаря тому, что с одной стороны уменьшается доля сечения сосуда, занятая жидкостью, с другой, возрастает объем обратно-стекающей жидкости.

Таким образом увеличение W_{cm} оказывает одновременно и ускоряющее, и замедляющее влияние на скорость всплывания пузырьков.

Ход изменения экспериментальных кривых показывает, что вначале преобладает ускоряющее, а позже замедляющее действие. Изложенный механизм хорошо объясняет переход первоначального подъема кривых на затухание через максимум. Очевидно, максимум представляет ту точку, где уравнивается ускоряющее и замедляющее влияние увеличения концентрации пузырьков на их скорость всплывания. Вышеизложенное объяснение хорошо согласуется с ур. (4). Для наглядности его перепишем в виде:

$$\frac{1}{(W_s)_{cp}} = \frac{1}{W_{cm}} - \frac{1}{W_j^*} \quad (4a)$$

В начальном периоде пока концентрация пузырьков в слое жидкости незначительна, значение W_j с увеличением W_{cm} почти не изменяется, согласно уравнению (4a) в этом случае $(W_s)_{cp}$ возрастает прямо пропорционально с W_{cm} .

С увеличением концентрации пузырьков сечение, занятое жидкостью, все уменьшается, поэтому значение W_j начинает возрастать и в конце концов становится преобладающим. В точке максимума приращение W_j количественно достигает прироста W_{cm} , а далее превосходит, поэтому значение $(W_s)_{cp}$ начинает уменьшаться. При дальнейшем увеличении скорости газожидкостной смеси кривые, пройдя минимум, начинают расти почти прямолинейно с переходом гидродинамического режима от барботажа к смешанному [25].

На всех кривых, с увеличением начального слоя жидкости h при прочих одинаковых условиях, скорость всплывания $(W_s)_{cp}$ увеличивается, тогда как при единичном всплывании пузырьков высота слоя жидкости h не играет роли [9, 13, 15, 20]. Из рис. 2, 3, 4, 5 видно, что с увеличением начальной высоты h , кривые стремятся к выпрямлению, т. е. их максимумы и минимумы становятся более близкими друг к другу и менее отчетливые выраженными. Это доказывает, что

смена гидродинамических режимов по высоте слоя жидкости происходит одновременно [25]. Поскольку переход от барботажного режима к сме шанному обусловлен скоростью всплывания пузырьков (W_s) на данном участке слоя, а (как выше мы видели) это значение изменяется по высоте слоя, то при высоких слоях жидкости максимумы и минимумы кривых сглаживаются. Отметим аналогичное утверждение Позина и др. [3] для пенного режима. Хотя их кривые построены в координатах $W_{см} - H$, однако это не меняет сущности явления, так как H и $(W_s)_{ср.}$ взаимно связаны уравнением (2).

Сравнивая рис. 2, 3, 4 видно, что при прочих равных условиях, с увеличением диаметра отверстия d_0 кривые располагаются выше, т. е. возрастает средняя скорость всплывания $(W_s)_{ср.}$ благодаря увеличению объема пузырьков. В свою очередь размер пузырька пропорционален [1, 14, 15], размеру отверстия и ряду других величин. Таким образом подтверждается положение, что при массовом всплывании пузырьков газа их диаметр* зависит от диаметра отверстия d_0 , что отрицается Ван-Кревеленом и Гофтизером [20].

Возможно, что заключение этих авторов является следствием того, что опыты их проводились в области небольших скоростей газа и чисел Рейнольдса, не превышающих 5000, т. е. в области, совпадающей с начальным участком кривых, где они почти сливаются и не позволяют четко заметить эту закономерность.

Из рис. 2, 3, 4 видно, что с уменьшением числа отверстий при других равных условиях, кривые располагаются выше, так как при этом увеличивается скорость истечения газа из них, что приводит к образованию более крупных пузырьков [19, 20].

Из рис. 5 видно, что кривые для глицерина располагаются ниже соответствующих кривых для воды. Очевидно, высокая вязкость приводит с одной стороны к образованию более мелких пузырьков, с другой стороны к уменьшению скорости всплывания вследствие большого сопротивления. Итак:

1. При изучении массового всплывания пузырьков в среде жидкости в условиях отсутствия тепло- и массообмена между ними показано, что средняя скорость всплывания пузырьков газа:

- а) возрастает с увеличением начальной высоты слоя жидкости;
- б) возрастает с уменьшением числа отверстий;
- в) возрастает с увеличением диаметра отверстий;
- г) убывает с увеличением вязкости жидкости.

2. Изучено влияние скорости подаваемого газа на среднюю по высоте слоя жидкости скорость всплывания и показано, что во всех случаях, указанных в пункте 1:

* Речь идет о первоначальном размере образующихся пузырьков. Изменение формы и размера пузырьков по мере всплывания (о чем говорилось выше), очевидно зависит от первоначального размера пузырьков, а так как последний зависит от размера отверстий распределительной тарелки, то следовательно эта величина (т. е. d_0) является определяющей, и при дальнейших расчетах представляется целесообразным оперировать ею, а не величиной диаметра пузырьков.

а) средняя скорость всплывания с увеличением скорости подаваемого газа возрастает, затем проходит максимум и начинает убывать;

б) при дальнейшем увеличении скорости подаваемого газа средняя скорость всплывания продолжает убывать и, пройдя минимум, снова начинает возрастать;

в) с повышением начального слоя жидкости кривые стремятся к выпрямлению, т. е. их максимумы и минимумы сглаживаются;

г) характер изменений, отмеченных в пунктах а, б, и в хорошо согласуются с уравнением (4).

Завод им. С. М. Кирова

Поступило 28.I 1960

Ս. Հ. ԱԶԻԶՅԱՆ, Բ. Ա. ՄԵԼԻՔՅԱՆ, Կ. Ի. ՍՄԻՐՆՈՎ

ԲԱՐԲՈՏԱԺԱՅԻՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՀԻՊՈԴԻՆԱՄԻԿԱՆ

Հ ա դ ո ւ ր ց ու ւ մ I

ՀԵՂՈՒԿ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ԳԱԶԻ ԲՇՏԻԿՆԵՐԻ ՄԱՍՍԱՅԱԿԱՆ ՎԵՐԼՈՂՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆՐ ԿԱՆՎԱԾ ՀԵՂՈՒԿԻ ՇԵՐՏԻ ԲԱՐՋՐՈՒԹՅՈՒՆԻՑ, ԳԻՊԹԵՐՍՄԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻՑ ԵՎ ԳԱԶԻ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում արվում է համառոտ տեսություն հրատարակված աշխատությունների, որոնք վերաբերում են հեղուկ միջավայրում գազի վերլողմանը, ինչպես առանձին (միաչնակ) բշտիկների, այնպես և նրանց խմբերի համար (գազային բշտիկների մաստայական վերլողում): Նշվում է, որ մինչև այժմ գազային բշտիկների վերլողման կամ գազահեղուկային սյան բարձրություն համար առաջարկված հավասարումները հարմար չեն օգտագործման համար: Փորձերի ընթացքում փոփոխվել են հետևյալ մեծությունները՝ արվող գազի (օդի) արագությունը, հեղուկի շերտի բարձրությունը և նրա բնույթը, ապարատի արամագիծը, բաշխող ափսեի անցքերի թիվը և նրանց արամագիծը: Փորձերի ընթացքում չափված է գազահեղուկային սյան բարձրությունը և հաշված է գազի վերլողման միջին արագությունը ($W_{\text{ср}}$)_{ср}: Վերջինի կախումը գազահեղուկային խառնուրդի արագությունից (կամ, այլ կերպ ասած, անցնող գազի արագությունից) արտահայտված է մի շարք կորերով:

Որպես հեղուկ միջավայր օգտագործվել է ջուր, էթիլալքոհոլի և զլիցերինի շրաղին լուծույթներ սարքեր խառնվածք: Հեղուկի շերտի բարձրությունը եղել է 0,1-ից մինչև 0,9 մ, ապարատի արամագիծը 0,076-ից մինչև 0,22 մետր: Բաշխիչ ափսեների անցքերի թիվը աատանվում է 4-ից մինչև 50, իսկ նրանց արամագիծը 1-ից մինչև 2,24 մմ: Անցնող գազի արագությունը եղել է մինչև 0,35 մ/վրկ:

Փորձերի արդյունքները ցույց են ապրիս, որ գազի վերլողման արագությունը հեղուկ միջավայրում (չերմափոխանակության և նյութափոխանակության բացակայության դեպքում)՝

ա) աճում է հեղուկի սկզբնական շերտի ափեկացումից.

բ) աճում է բաշխիչ ափսեի անցքերի թիվը պակասեցնելուց.

- գ) աճում է բաշխիչ ախտի անցքերի արամագիծը մեծացնելուց.
 դ) նվազում է հեղուկի մածուցիկություն մեծանալուց.
 ե) աճում է արվող գազի արագությունը մեծանալուց, որից հետո անց-
 նելով մաքսիմումից սկսում է նվազել, այնուհետև անցնելով մինիմումը նո-
 ռից սկսում է աճել, ըստ որում վերլուղման արագություն մինիմումը համ-
 ընկնում է զրոյալին շիթերի հանգևս գալու հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Н. Н. Кузьминых, Л. С. Аксельрод, Т. А. Коваль, А. И. Родионов. ХП, 5, 86 (1954).
2. И. П. Мухленов, Е. С. Тумаркина. ЖПХ, 28, 5, 135 (1955).
3. М. Е. Позин, Н. П. Мухленов, Е. С. Тумаркина, Э. Я. Тарат. ЖПХ, 27, 1, 12 (1954).
4. Л. С. Стерман. ЖТФ, 26, 7 (1956).
5. К. Н. Шабалин, З. Ф. Крылов, В. И. Оборин. XII, 1, 16, 10 (1939).
6. Garner F. H. Chem. Eng. Technik, 29, 1, 28—32 (1957).
7. Stokes G. G., *Mathematical and Physical Papers*, Vol. 1, London, (1880).
8. А. И. Фрумкин, В. Г. Левич. ЖФХ, 21, 1183 (1947).
9. В. Г. Левич. ЖЭТФ, 19, 18 (1949).
10. А. Городецкая. ЖФХ, 23, 71 (1949).
11. Стабников. Хим. маш., 1 (1938).
12. Garner F. H., Hamerton D. Chem. Eng. Sci., 3, 1, 1—11 (1954).
13. Ф. М. Ладнженский. ЖПХ, 27, 1, 22 (1954).
14. Н. Н. Смирнов, С. Е. Полюта. ЖПХ, 21, 11, 1137, (1948); ЖПХ, 22, 11, (1949).
15. Н. Н. Смирнов, В. Л. Рубан. ЖПХ, 25, 12, 1305 (1952); ЖПХ, 22, 10, 1068 (1949); ЖПХ, 22, 11, 1211 (1949).
16. М. Е. Позин, Е. С. Тумаркина. ЖПХ, 27, 11, 1170 (1954).
17. Л. С. Аксельрод, В. В. Дильман. XII, 1, 28 (1954).
18. Л. С. Аксельрод, В. В. Дильман. ЖПХ, 29, 12 (1956).
19. Л. С. Аксельрод, В. В. Дильман. ЖПХ, 27, 5, 485 (1954).
20. Van-Krevelen D. W., Hofstijzer P. J. Chem. Eng. Progr., 46, 1, 29 (1950).
21. К. Н. Шабалин. Трение между газом и жидкостью в технике абсорбционных процессов, Металлургиздат (1945).
22. Peebles F. M., Carber H. J. Chem. Eng. Progr., 49, 2, 88—97 (1953).
23. Leibson, Holcomb, Cacoso, Jacmic. A. J. Ch. E. Journal, Vol. 2, № 3, 296 (1956).
24. Р. А. Меликян. ЖПХ, 29, 12, 1792 (1956).
25. Р. А. Меликян. ЖПХ, 30, 1, 38 (1957).
26. Справочник химика. т. I, II, III, ГХИ, 1951 г.

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. Г. НАЗАРОВ, Б. К. КАРАПЕТЯН, С. А. ПИРУЗЯН

СПОСОБ ПРИБЛИЖЕННОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО
 МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ*

При невозможности постановки инструментальных исследований [1], с целью накопления фактических сравнительных данных об интенсивности землетрясения в различных локальных условиях, рекомендуется осуществление приближенного сейсмического микрорайонирования территорий населенных пунктов и строительных площадок по нижеследующим правилам.

Осуществляется инженерно-геологическое изучение территории, подлежащей сейсмическому микрорайонированию, и определяются скорости распространения продольных сейсмических волн в грунтах. Относительная сейсмичность отдельных участков территории определяется в зависимости от их основных инженерно-геологических, гидрогеологических и геоморфологических характеристик. Указанные локальные характеристики учитываются путем введения нижеследующих трех коэффициентов: k_r — учитывающего тип грунта в сухом состоянии в основании сооружения; k_b — учитывающего уровень грунтовых вод; k_p — учитывающего рельеф местности.

Общая характеристика k , учитывающая изменение интенсивности землетрясения с учетом локальных условий, представляется в виде произведения этих коэффициентов:

$$k = k_r \cdot k_b \cdot k_p. \quad (1)$$

Путем помножения сейсмического коэффициента Норм и правил строительства в сейсмических районах k_c [2] на соответствующий коэффициент k , получается коэффициент сейсмичности k'_c для отдельных участков:

$$k'_c = k \cdot k_c. \quad (2)$$

Для приближенного определения коэффициента k_r , учитывающего вид грунта данного участка, предлагается следующая формула, полученная на основе сохранения потока сейсмической энергии, без

* Приведенный здесь материал представлен институту физики Земли АН СССР для составления инструкции по сейсмическому микрорайонированию.

учета отражения и рассеяния ее в вышележащих от гипоцентра слоев земной коры*:

$$k_1 = \sqrt{\frac{\rho_c v_c}{\rho v}} \quad (3)$$

где ρ_c — плотность исходного грунта, к которому привязана балльность по карте сейсмического районирования;

v_c — скорость распространения сейсмических волн (продольных) в исходном грунте;

ρ — плотность грунта данного участка;

v — скорость распространения сейсмических волн (продольных) в грунте данного участка.

Величины плотностей грунтов и скоростей распространения сейсмических волн в них могут быть найдены, при возможности, путем осуществления прямых замеров в полевых условиях или используя имеющиеся литературные данные [4].

На основании анализа полученных результатов по измерениям землетрясений и взрывов с помощью многомаятниковых сейсмометров, а также используя другие инструментальные материалы [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12], составлена таблица 1, где приведены приближенные значения коэффициента k_1 для различных грунтов по отношению к суглинкам-супесям, принятым в качестве исходного грунта на карте сейсмического районирования территории СССР [2, 13].

Таблица 1

Средние величины коэффициента k_1 полученные по инструментальным замерам

Породы	k_1
Гранит	0,35
Туф	0,50
Известняк плотный	0,55
Галечник цементированный	0,55
Галечник	0,60
Песчаник плотный	0,65
Базальт трещиноватый	0,70
Мергель, гипс	0,75
Глина	0,80
Суглинок-супесь	1,00
Лёсс (над мощным слоем галечников)	1,10
Песок	1,20
Современное пролювиальное отложение	1,40
Насыпь	2,50

* Аналогичная формула принята К. И. Добровольским, с заменой акустической жесткости коэффициентом постели грунта [3].

При принятии коэффициента k_r , по возможности, следует учесть, что на его величину существенное влияние будет оказывать спектральный состав колебаний грунта, а также вид сооружения возведенного на нем. Например, необходимо учесть, что жесткие сооружения на скальных грунтах и гибкие на податливых ведут себя хуже по сравнению со средними грунтовыми условиями.

Коэффициент k_b , учитывающий сейсмический эффект обусловленный наличием грунтовой воды, предлагается определять по формуле (4), полученной в результате анализа данных землетрясений и взрывов, зарегистрированных с помощью многоятниковых сейсмометров:

$$k_b = \frac{3}{1 + \frac{H}{8}} \quad (4)$$

при $H > 16$ м, $k_b = 1$, где H — уровень грунтовой воды (предельное значение $H = 16$ м, ниже которого наличие волны не оказывает влияния).

Следует учесть, что зависимость (4) дана для галечников покрытых слоем лёсса, при возведении на них зданий средней жесткости.

Принимая, что сейсмический эффект в зависимости от рельефа может возрасти в два раза, рекомендуется коэффициент k_p , учитывающий рельеф местности, определять по формуле:

$$k_p = 1 + \operatorname{tg} \alpha, \quad (5)$$

где α — угол наклона, меняющийся от 0 до 45° (при угле наклона $45-90^\circ$ принимается $k_p = 2$).

В случае склонов сложенных из рыхлых современных отложений следует запретить капитальное строительство. Необходимо учесть возможность увеличения сейсмического эффекта для жестких сооружений на отдельно стоящих скальных останцах, узких скальных водоразделах и уступах скальных обрывов. Не рекомендуется строительство на склонах сложенных из нескальных пород, в особенности при угле наклона большем 30° .

Армянский институт
стройматериалов и сооружений

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров А. Г., Карапетян Б. К., Пирузян С. А. Сейсмическое микрорайонирование на инструментальной основе. Доклады АН АрмССР, Ереван, 1961 (в печати).
2. Нормы и правила строительства в сейсмических районах СССР (СН-8-57), М., 1957.
3. Гзелишвили И. А. и Сафарян А. Н. Сейсмическое микрорайонирование и его задачи, Гр. Института строительного дела АН ГрузССР, т. III, Тбилиси, 1951.
4. Гураич И. И. Сейсморазведка. М., 1954.

5. Назаров А. Г., Карапетян Б. К., Пирузян С. А., Сафарян А. Н., Шагинян С. А., Предварительные итоги работы инженерно сейсмологического отряда ТКСЭ в районе г. Сталинабада. „Известия АН Тадж. ССР“ (отд. естеств. наук), № (30), Сталинабад, 1959.
6. Пирузян С. А. Фиксация землетрясения 14 февраля 1957 г. в гор. Ереване маятниковыми сейсмометрами АИС-2. „Известия АН АрмССР“ (серия техн. наук), том XI, № 5, 1958.
7. Карапетян Б. К. Результаты сейсмометрических наблюдений при массовых взрывах. Известия АН АрмССР (серия техн. наук), т. X, № 3, 1957.
8. Шагинян С. А. Результаты инструментального определения коэффициента динамичности ξ . Труды Института сейсмостойкого строительства и сейсмологии АН Тадж ССР, т. VIII, Сталинабад, 1960.
9. Пучков С. В. Сейсмическое микрорайонирование зоны Ашхабадского землетрясения на основе инструментальных наблюдений. Бюллетень Совета по сейсмологии АН СССР, № 8, М., 1960.
10. Кац А. Э. Физические основы методики сейсмического микрорайонирования. Докторская диссертация, М., 1960.
11. Gutenberg B. Effects of Ground on Shaking in Earthquakes. Trans. Am. Geophys. Union, 37, 1956.
12. Gutenberg B. Effects of Ground on Earthquake Motion. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 47, № 3, 1957.
13. Медведев С. В. Сейсмическое районирование территории СССР, Тр. Института физики Земли, № 1 (163), М., 1958.

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

А. М. МАРДЖАНЯН

ПРОБЛЕМА ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ*

Полив сельскохозяйственных культур в Араратской долине и в предгорьях и нагорных районах республики в основном проводится ручным способом. Кроме того, каналы проложены в земляных руслах и только часть магистральных каналов облицована. Вследствие этого почти две третьих воды теряется на фильтрацию и сбросы, вызывая заболачивание и засоление полезных земель и ограничивая возможности расширения орошаемых площадей. Несовершенная техника поливов и низкая производительность труда при ручном способе поливов во многих случаях делают орошение не только не рентабельным, но и затруднительным из-за недостатка рабочей силы. В передовых хозяйствах Советского Союза, как например, в совхозе «Фархад» по предложению Всесоюзного НИИ Гидротехники и мелиорации построена оросительная система с закрытыми распределительными трубопроводами. Магистральный канал на большей своей части облицован бетоном. Новая ирригационная система выгодно отличается от обычных типов оросительных систем с открытыми каналами, так как их коэффициент полезного действия составляет 0,80 и более. В отличие от открытых оросительных сетей закрытые распределители не засоряются и в них вода подается с такими скоростями, при которых наносы не осаждаются и выносятся на поля. Оросительная система с распределительными трубопроводами позволяет применять совершенные, механизированные способы полива и автоматизировать весь процесс распределения оросительной воды. Гибкие трубопроводы значительно облегчают процессы полива, позволяют повысить производительность труда, увеличить полезную орошаемую площадь. Применение гибких поливных трубопроводов, например, в совхозе «Фархад» позволило избавиться от нарезки и заравнивания временных оросительных каналов.

При новой конструкции оросительной системы отпадают все межхозяйственные и внутрихозяйственные сооружения и сокращается испарение.

Вся система состоит из магистрального канала, укладываемому по наименьшему уклону местности и распределительных трубопроводов, располагаемых по обе стороны магистрального канала, также по наименьшему уклону местности. Расстояние между трубопроводами 1—1,5 км. Гидранты, от которых берут воду транспортирующие и поливные трубо-

* В порядке обсуждения.

провода, расположены друг от друга на расстоянии 200 метров. Из одного поливного трубопровода орошается 5 гектаров, а из распределительного трубопровода одновременно поливается 15 гектаров.

При орошении с помощью гибких трубопроводов производительность возрастает в 3—4 раза. Еще более эффективным является орошение при помощи распределительных трубопроводов в сочетании с искусственным дождеванием дождевальными машинами.

Широкое применение оросительных систем с распределительными трубопроводами зависит лишь от организации производства труб. Поэтому в республике целесообразно производство сваренных и чугунных труб, а также неметаллических (железо-бетонных, асбоцементных, гончарных, пластмассовых, базальтовых из шлака медеплавильного производства и др.).

Семилетним планом предусмотрено увеличение производства труб в республике. В частности, на базе Араратского асбошиферного завода строится цех по производству асбоцементных труб мощностью 400 условных км в 1961 году, с доведением до 800 условных км в 1965 году. Строится цех керамических труб на базе Ереванского комбината стройизделий 5000 т. 1961 г. и 8500 т. в 1965 году. Однако в республике требуется гораздо больше труб, чем это предусмотрено по плану. В связи с этим необходимо на существующих заводах железобетонных конструкций организовать производство железобетонных и бетонных труб.

Еще 30 лет тому назад в Ереване существовал завод по электроплавке базальта. Литой базальт обладает рядом положительных качеств. Температура плавления литого базальта 1250—1350°C.

Базальт привозится из карьера, дробится диаметром до 50 мм и плавится в вагранке. В качестве топлива используется природный газ. Разливка расплавленного базальта производится также как и чугуна.

Необходимо в республике расширить производство гончарных труб, которые могут успешно применяться для дренажных работ заболоченных и засоленных земель, для канализации, водоснабжения и других целей. Надо отметить, что в Зангезуре до революции функционировали свыше 30 гончарных производств, а теперь осталось только одно — в Горисе. Гончарное производство имелось также в Ереване, Леннакане, Кировакане, Мегри и Арташате.

Следует организовать также производство гибких резиновых труб на Ереванском шинном заводе и на заводе резино-технических изделий.

На заводе «Поливинилацетат» и на специализированном Эчмиадзинском заводе Пластмасс можно организовать производство пластмассовых труб. В эксплуатации хороши также стеклянные трубы, производство которых можно организовать на Леннаканском и Арзинском стекольных заводах. Можно создать производство труб из туфокаменного литья. Каменное литье долговечнее металла. К сожалению, эта отрасль промышленности не создается, а между тем для развивающейся химической и горнорудной промышленности целесообразно широко применять трубы из каменного литья. Наконец есть все возможности организовать в Армении

производство чугунных труб. Чугунные трубы по сравнению со стальными более коррозеустойчивы. Заложенные в землю стальные трубы, в зависимости от качества изоляции, выходят из строя через 5—20 лет, а чугунные могут прослужить столетие. К тому же современный уровень техники позволяет применять трубы из чугуна не только для водопроводных, но и для газопроводных сетей. В США и во Франции, например, с успехом применяются для газопроводов высоконапорных водопроводов трубы из высокопрочного чугуна. В Западной Германии 84 процента всех газопроводов и канализационных труб отливаются из чугуна.

При применении высокопрочного чугуна, возможно заменить тяжелые раструбы на электросварные соединения, что позволит резко снизить расход чугуна, упростить и удешевить монтаж трубопроводов.

Металлические трубы, особенно тонкостенные, крайне нужны для производства дождевальных машин и аппаратов, которые можно будет организовать в республике.

На современном уровне сварочной техники имеется возможность получать шов, не уступающий по прочности основному металлу. Как показывает передовая практика трубостроения сварные прямошовные трубы не менее прочны, чем бесшовные, с той же толщиной стенки, а при диаметре труб более 500 мм, даже еще больше.

Электросварочная техника с применением автоматики с каждым днем все шире и шире находит применение в машиностроительной технологии заводов Армении.

Бесшовные трубы тяжелее сварных на 9—11%. Производство электросварных труб требует меньших капиталовложений, чем бесшовных на 6%, а производительность с одной тонны установленного трубосварочного оборудования на 20% больше, чем наипрогрессивного пиллиграммового стана по производству бесшовных труб.

В свете изложенного целесообразно в Армении создать производство сварных труб как для новой оросительной системы, так и для обеспечения развивающейся газовой индустрии республики.

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Ю. Л. АВЕТИКЯН

О ВЛИЯНИИ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ
НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО ИЗУЧЕНИЯ
ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Началом лабораторных исследований водопроницаемости грунтов считают опыты Дарси, опубликованные в 1856 году. На основании этих опытов была установлена линейная зависимость между скоростью фильтрации (v) и градиентом (i). Эта закономерность лежит в основе современной теории фильтрации и называется „законом Дарси“, который выражается формулой $v = k \cdot i$, где k — коэффициент фильтрации. В дальнейшем, различными авторами был проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований, связанных с движением грунтовых вод. Однако, несмотря на это, некоторые вопросы относящиеся к фильтрации воды в пористой среде все еще остаются спорными. Довольно противоречивы, в частности, имеющиеся в литературе данные относительно влияния направления фильтрации воды на результаты лабораторного опыта.

Например, имеются данные [1], когда „закон Дарси“ экспериментально подтверждался только при горизонтальном направлении фильтрационного потока, а при вертикальной фильтрации линейная связь между скоростью фильтрации и градиентом нарушалась.

Другие авторы [2], [3] изучавшие фильтрацию воды через грунтовые образцы, установленные сначала вертикально, а потом горизонтально, пришли к выводу, что в первом случае не только „закон Дарси“ не подтверждается, но и скорость фильтрации заметно меньше, чем таковая при горизонтальной фильтрации, хотя в опытах напор на установке оставался постоянным.

Ряд авторов (Терцаги К., Избаш С. В., Зауэрбрей И. И., Морозов А. Т. и др.) в своих опытах по фильтрации пропускали воду в вертикальном направлении и получили данные, подтверждающие справедливость закона Дарси для вертикального случая фильтрации. В литературе [4] имеются ссылки и на то обстоятельство, что в лабораторных условиях вообще нельзя получить удовлетворительную линейную связь между скоростью фильтрации и градиентом, и что в лучшем случае можно получить лишь волнообразную линию, отклоняющуюся от прямой то в одну, то в другую сторону.

Известно, что результаты лабораторного опыта по фильтрации в

значительной мере зависят от степени влияния на фильтрацию различных побочных факторов, которые искажают процесс фильтрации в целом. Особенно сильно влияет на результаты опыта степень газонасыщенности грунта и воды [6]. Поэтому, для правильного решения того или иного вопроса, связанного с движением грунтовой воды в пористой среде, необходимо, прежде всего, эксперименты проводить в таких условиях, когда влияние побочных факторов, и в первую очередь газонасыщенности грунта и воды, было бы по возможности исключено.

Однако, подробный анализ имеющихся в литературе соответствующих данных и результаты наших предварительных опытов по фильтрации воды через различные пески показывают, что противоречивые отклонения от закона Дарси, полученные различными исследователями имели место исключительно вследствие несовершенства методики экспериментирования, когда в опытах авторы вовсе не учитывали влияние на фильтрацию тех или иных побочных факторов, либо учитывали их не полностью.

Для уточнения влияния направления фильтрации на результаты

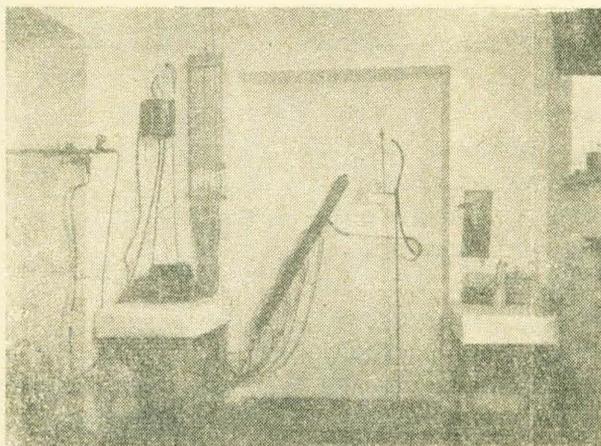


Рис. 1.

опыта, на специальной фильтрационной установке (общий вид рис. 1), состоящей из собственно фильтрационного прибора и дегазационной установки, нами была проведена большая серия опытов по фильтрации воды через различные пески. Были исследованы (таблица 1):

а) однородные грунты (№№ 1, 2, 3 и 4),

б) слоистый грунт (№ 5) составленный из 3-х однородных грунтов №№ 1, 2 и 3, расположенных слоями (высота каждого слоя 290 мм) и

в) неоднородный грунт (№ 6).

Фильтрационная установка позволяла пропускать воду в различных направлениях: вертикально ($\alpha = 90^\circ$) снизу вверх и сверху вниз

Таблица 1

№ грунтов	Диаметры зерен в м.м					Кoeffи- циент пори- стости ε
	Весовое содержание фракций в %/%					
	2—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,10	0,10—0,05	
1	89,90	10,75	0,25	—	—	0,462
2	—	85,73	7,77	6,50	—	0,484
3	—	—	87,65	12,35	—	0,499
4	—	—	—	95,00	5,00	0,511
5	—	—	—	—	—	0,479
6	26,04	25,64	36,28	10,54	1,50	0,421

(в последнем случае фильтрационная трубка поворачивалась на 180°), под различными углами к горизонту ($\alpha = 60^\circ; 45^\circ; 30^\circ$) и горизонтально ($\alpha = 0^\circ$). Для этого трубка (рис. 2), укрепленная болтами к стене, поворачивалась относительно нижней неподвижной точки (для фильтрации снизу вверх — вокруг точки А, для фильтрации сверху вниз — вокруг точки В).

Так как при повороте трубки на соответствующий угол α фильтрация не прерывалась (длина водопроводящих и других шлангов была подобрана так, чтобы при повороте трубки они не отключались и не переключались), то была исключена какая-либо возможность случайного попадания воздуха в прибор.

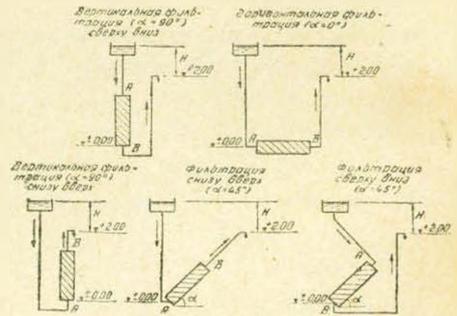


Рис. 2.

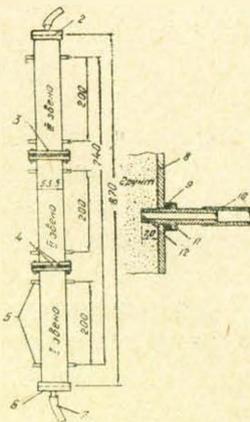


Рис. 3.

Фильтрационный прибор (рис. 3) состоял из 3-х звеньев оцинкованных железных труб с внутренним диаметром 53,5 м.м и общей длиной 870 м.м. На обеих стенках трубки имелись симметрично расположенные съемные пьезометрические отростки (всего 12 шт.), соединенные резиновыми шлангами со стеклянными пьезометрами $d = 10$ м.м. Давления в грунте замерялись на расстоянии 7 м.м от внутренней стенки трубки. Для исключения пристенной фильтрации трубка с внутренней стороны „оклеивалась“ зернами песка с помощью специального лака. Укладка грунта производилась в предварительно налитую в прибор воду, с одновременным вибрированием его стенок вибратором. При этом, как показало изучение

вопроса, грунтовая загрузка получалась по высоте прибора равномерной, компактной, а количество заземленного в его порах воздуха — минимальным.

Принимались следующие градиенты фильтрации: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Выбор величины градиента в пределах до $i = 1,0$ обусловлен тем, что ни в естественных условиях, ни в условиях фильтрации под сооружениями пьезометрические уклоны, как правило, не превышают единицы; кроме того, при градиентах больше единицы, как показал профессор Герсеванов Н. М., независимо от принятых мер предосторожности, все же в процессе фильтрации будет иметь место газовыделение из воды. Во всех случаях, независимо от направления фильтрации, отметка воды нижнего бьефа оставалась постоянной и градиенты менялись с помощью изменения горизонта воды верхнего бьефа (рис. 2). Скорость фильтрации определялась из отношения $v = \frac{Q}{\omega}$, где Q — фильтрационный расход, а ω — поперечное сечение

фильтрационной трубки равное $21,86 \text{ см}^2$. Так как опыты были проведены при различной температуре фильтруемой воды, то полученные при этом значения скоростей фильтрации пересчитывались на одну температуру, а именно $t = 10^\circ\text{C}$. Пересчет производился с учетом температурной поправки $\text{ТП} = 1 + 0,03368t + 0,0021t^2$, где t — температура фильтруемой воды.

Для грунтов № 1 и 2 фильтруемый расход определялся с помощью мерных колб объемом $W = 100 \text{ см}^3$; 250 см^3 и 500 см^3 , а для грунтов №№ 3, 4, 5 и 6 — объемно-весовым способом. Продолжительность фильтрации t_1 определялась с помощью секундомера. Градиенты фильтрации вычислялись по формуле $i = \frac{\Delta h}{l}$, где Δh — разность показаний концевых пьезометров, отстоящих друг от друга на расстоянии $l = 740 \text{ мм}$ (рис. 3). Промежуточные пьезометры служили для контроля; в частности, по ним контролировалась равномерность загрузки по высоте прибора.

В опытах применялась водопроводная вода содержащая, как это обычно бывает, определенное количество различных газов. Для исключения влияния на режим фильтрации газонасыщенности воды и грунта и получения стационарного режима фильтрации была разработана специальная методика исследования [6], которая в процессе фильтрации обеспечивала:

- 1) условия, при которых совершенно исключалось какое бы то ни было газовыделение из воды,
- 2) сравнительно быстрое удаление из грунтовых пор «заземленного» воздуха.

При этом уже полная деаэрация грунтовых пор наблюдалась через несколько часов (в зависимости от грунта и количества заземленного в его порах воздуха) после начала опыта, вследствие чего

устанавливался стационарный режим фильтрации для всего периода исследования. Это исключительно важно, ибо известно, что многие исследователи фильтрации с этой же целью пропускали воду через грунт непрерывно, в течение нескольких дней или недель, и даже после этого им в подавляющем большинстве случаев не удавалось получить устойчивую во времени фильтрацию, хотя напор на установке, температура воды и др. оставались при этом без изменения. При производстве опытов были предусмотрены и другие меры предосторожности, вследствие чего была полностью исключена возможность получения каких-либо случайных ошибочных данных, которые могли бы в той или иной степени повлиять на окончательные результаты исследования.

Объем настоящей статьи не позволяет здесь привести опытные данные, полученные для всех исследованных грунтов. В связи с этим, а также учитывая, что во всех случаях, независимо от грунта и времени проведения опытов были получены однообразные и повторяющиеся закономерности фильтрации, ниже в таблице 2 приводятся опытные данные только для грунта № 1. На основании этих, а также ана-

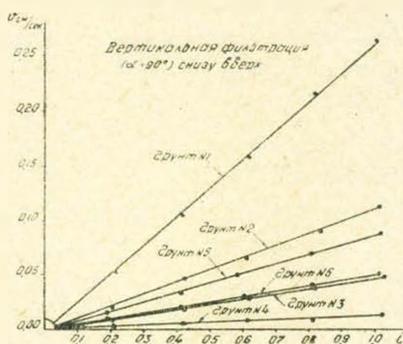


Рис. 4.

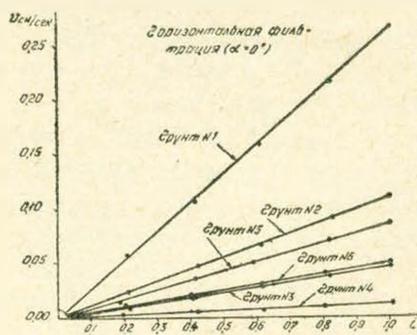


Рис. 5.

логичных данных, полученных для грунтов №№ 2, 3, 4, 5 и 6, построены графики (рис. 4—5) $v = v(i)$ для случаев вертикальной (снизу вверх) и горизонтальной фильтрации воды.

Зависимости $v = v(i)$ показывают, что в пределах исследованных градиентов ($i = 0,2—1,0$), независимо от направления движения воды связь между скоростью фильтрации и градиентом остается линейной. Такая же закономерность получена и для других исследованных направлений фильтрации, когда $\alpha = 60^\circ$; 45° и 30° . Сравнение опытных данных полученных для различных направлений фильтрации показывает так же, что для данного грунта при одном и том же градиенте, независимо от того как движется вода, скорость фильтрации остается постоянной.

Таким образом, результаты нашего исследования полностью подтверждают справедливость закона Дарси не только для вертикальной или горизонтальной фильтрации, но и для движения фильтрационного

Таблица 2

Δh (мм)	i	W (см ³)	t_1 (сек)	Q (см ³ /сек)	v (см/сек)	t С	ТП	v_{10} (см/сек)	Примечания
155,5	0,210	250	185,6	1,347	0,062	15,0	0,872	0,054	Вертикальная ($\alpha = 90^\circ$) фильтрация снизу вверх
302,0	0,408	250	92,7	2,697	0,123	15,6	0,859	0,106	
450,5	0,609	250	62,3	4,013	0,184	15,3	0,865	0,159	
603,0	0,815	500	92,2	5,423	0,248	15,0	0,872	0,216	
730,0	0,987	500	74,0	6,757	0,309	15,7	0,857	0,265	
154,0	0,209	250	191,6	1,305	0,060	14,0	0,895	0,054	Вертикальная ($\alpha = 90^\circ$) фильтрация сверху вниз
301,0	0,407	250	96,1	2,601	0,119	14,2	0,890	0,106	
447,5	0,605	500	129,0	3,876	0,177	14,0	0,895	0,158	
600,0	0,811	500	95,0	5,263	0,241	14,0	0,895	0,216	
730,0	0,987	500	77,2	6,477	0,296	14,0	0,895	0,265	
156,0	0,211	250	185,3	1,349	0,061	15,1	0,869	0,053	Горизонтальная фильтрация ($\alpha = 0^\circ$)
302,0	0,408	250	92,7	2,670	0,123	15,0	0,872	0,107	
450,0	0,608	250	62,4	4,013	0,184	15,3	0,865	0,159	
603,0	0,815	500	92,2	5,423	0,248	15,0	0,872	0,216	
729,5	0,986	500	73,7	6,784	0,310	15,9	0,852	0,264	

Примечание к таблице 2: Скорости воды для случая горизонтальной фильтрации подсчитаны по данным, полученным в серии опытов при движении воды по направлению снизу, вверх но при горизонтальном ($\alpha = 0^\circ$) положении фильтрационной трубки.

потока под различными углами к горизонту. Важно также, что наши выводы основанные на экспериментальных данных хорошо согласуются с теоретическими данными академика Павловского Н. Н. [5], который рассматривая вопрос теоретического объяснения основного закона фильтрации — закона Дарси указывает на то обстоятельство, что этот закон справедлив для установившегося движения воды независимо от того, под каким углом к горизонту направлена фильтрационная струйка воды.

В ы в о д ы

1. Приведенные в литературе данные относительно якобы имеющего место отклонения от закона Дарси при различных (кроме горизонтального) направлениях фильтрационного тока довольно противоречивы, не отражают естественные закономерности фильтрации и являются следствием существенного влияния на результаты опыта различных побочных факторов, искажающих фильтрацию.

2. Опыты по фильтрации воды через различные пески проведенные в условиях, когда было исключено какое-либо влияние побочных факторов на результаты опыта, вполне отчетливо подтвердили независимость закона Дарси от направления фильтрации для всех исследованных грунтов. Подтвердилось также, что определяемая величина скорости фильтрации, при прочих равных условиях (порозность, градиент и т. д.), не является функцией направления фильтрации.

Ереванский политехнический институт
имени К. Маркса

Поступило 22.III 1960

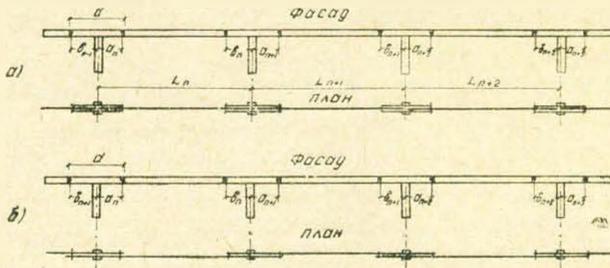
Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Васильев А. М.* „Основы современной методики и техники лабораторных определений физических свойств грунтов“. Москва, 1953.
2. *Николаев А. В.* „Проверка закона Дарси на монолитных образцах“. Северный научно-исследовательский институт Гидротехники и мелиорации. Выпуск II, Гидротехнический сборник, Ленинград, 1937.
3. *Андрущенко А. Г.* „Сравнительное рассмотрение способов определения коэффициентов фильтрации на приборах типов Дарси и Форхгеймера“. Сборник трудов Украинского отделения института ВОДГЕО, Харьков, 1940.
4. *Пузыревская Т. Н.* „Просачивание воды через песчаные грунты“. Известия НИИГ, т. 1, 1931.
5. *Павловский Н. Н.* „Теория движения грунтовых вод под гидротехническими сооружениями и ее основные приложения“. Научно-мелиорационный институт, Петроград, 1922.
6. *Аветикян Ю. Л.* „О методике деаэрирования пор газонасыщенных песков при лабораторном изучении их фильтрационных свойств“. Известия АН Армянской ССР (серия технических наук), том XI, № 5, 1958.

С. Г. АДЖИМАМУДОВ

СБОРНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ МНОГОПРОЛЕТНЫЕ СОПРЯЖЕННЫЕ БАЛКИ

Типовые конструкции сборных железобетонных несущих прогонов промышленных зданий, рекомендованные к применению в действующих каталогах, отличаются относительно большим весом. Изыскание более рациональных решений приводит к идее использования конструкции прогонов многопролетной неразрезной системы. Но применение сборных неразрезных железобетонных прогонов обычно связано с необходимостью проведения мокрого процесса для замоноличивания опорных стыков, что снижает степень сборности конструкции. Автором предлагается конструкция сопряженных балок (см. рис.) и



Многопролетные сопряженные балки: а) вариант составленный из одиночных пролетных балок и парных опорных накладок; б) вариант составленный из двухконсольных балок.

способ стыкования устраняющий мокрый процесс при соблюдении неразрезности системы. Сечение балок назначается переменное и следует за изменением величины изгибающих моментов, вследствие чего достигается существенная экономия в материалах.

Сборные железобетонные многопролетные сопряженные балки можно рекомендовать к применению в несущих прогонах покрытий промышленных зданий, подстропильных балках и т. д. Наиболее ответственной деталью конструкции является соединение опорных накладок с пролетной балкой. Здесь должна быть соблюдена шарнирность передачи усилий в соответствии со статической схемой, принятой в расчетах. Этому условию в наибольшей степени отвечает болтовое соединение.

Погрешности в размерах по высоте элементов балок, которые могут повлиять на условия опирания их на колонны и на работу соединений, регулируются с помощью подкладок из листовой стали, как и для случаев разрезных балок.

Для устранения указанных недостатков автором предложены взамен болтового и другие варианты соединений, обеспечивающие их шарнирность. Применение сопряженных балок, как указывалось, поз-

воляет устранить мокрые процессы по замоноличиванию опорных стыков и облегчить вес конструкции на 25—30%.

Сочетание сборных многопролетных сопряженных подстропильных балок пролетом 12 метров, сопряженных прогонов пролетом 18 метров и плит длиной 6 м позволяет перекрыть стандартную ячейку размерами 12×18 м, причем в комплексе получается облегченная конструкция покрытия. Область применения сопряженных балок далеко не исчерпывается приведенными примерами и конструктивными решениями и может быть значительно расширена. В отношении расчета сопряженных балок надо отметить следующее. Система простых статически определимых балок при добавлении к ним опорных накладок становится сопряженной, статически неопределимой. Степень ее статической неопределяемости равна числу промежуточных опор. При выборе основной системы для удобства за лишние неизвестные принимаются изгибающие моменты, действующие в опорных сечениях.

Анализ показывает, что изменение длины накладок d мало влияет на величину изгибающих моментов в середине пролета, а с уменьшением ее длины заметно возрастает величина усилий, действующих в соединениях. Поэтому рекомендуется длину накладок принимать равной $d=0,3-0,4 L$. Система сопряженных балок хорошо воспринимает постоянную равномерно-распределенную нагрузку, но крайне чувствительна к воздействию временной нагрузки, действующей по невыгодной схеме загрузки. Применение сопряженных балок является выгодным при числе пролетов более пяти и в тех случаях, когда постоянная нагрузка превалирует над временной.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

И. И. КАЗЕЙ „ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ“

Трансжелдориздат, Москва, 1960

Динамический расчет пролетных строений мостов представляет собою одну из сложнейших проблем динамики сооружений. Многообразие и сложность переменных факторов, оказывающих влияние на динамическое состояние моста общезвестно. Здесь приходится учитывать переменность массы колеблющейся системы, поступательно перемещающуюся пульсирующую нагрузку, динамический эффект системы ударов по рельсовому пути, возмущающее влияние рессор и прочее. Многофакторность изучаемых явлений делает невозможным чисто теоретическое изучение проблемы. Только разумное сочетание теоретических и экспериментальных методов исследования может дать успех.

Работа И. И. Казея представляет большую ценность именно из-за такого синтеза методов исследований.

В ней даны и новые приемы исследования, из которых с нашей точки зрения, большой интерес представляет изучение колебаний балки с непрерывно-изменяющейся массой вдоль ее оси и во времени.

Полученные И. И. Казеем результаты оказывали и безусловно окажут большую помощь современному мостостроению, а также будут служить основой дальнейших экспериментально-теоретических исследований по динамике пролетных строений мостов.

А. Г. Назаров

Г. Д. ПЕТРОВ „БЕТОННОЕ ХОЗЯЙСТВО НА КРУПНЫХ
СТРОИТЕЛЬСТВАХ“

Госэнергоиздат. М.—Л., 1960

В условиях невиданных масштабов и темпов строительства осуществляемого в нашей стране, области применения бетона и железобетона неуклонно расширяются за счет вытеснения таких материалов как дерево, сталь и даже камень.

Наряду с расширением применения бетона и железобетона, происходит концентрация изготовления бетонной смеси на крупных бетонных хозяйствах, с широким применением комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

В этих условиях выход в свет книги Г. Д. Петрова „Бетонное хозяйство на крупных строительствах“, в которой автор ставит перед собой основную задачу „по возможности всесторонне осветить существующий, прежде всего передовой опыт и показать целесообразные и экономичные решения бетонных хозяйств на крупных строительствах, наиболее отвечающие современным требованиям“, необходимо всемерно приветствовать. В книге достаточно полно освещен отечественный опыт проектирования, организации и эксплуатации бетонных хозяйств на крупных преимущественно гидротехнических строительствах, а также зарубежный опыт в той части, которой он может представить интерес как дополнение и обогащение нашего опыта.

В книге рассматривается широкий круг вопросов, а именно: общие вопросы организации бетонного хозяйства, включающие задачи и состав бетонного хозяйства, описание возможных схем и условий применения бетонного хозяйства, а также размещения, компоновки и производительности бетонных хозяйств; вопросы приема и хранения цемента, включая транспортирование и прием цемента на строительствах; склады цемента и оборудование цементных складов; вопросы приема и хранения заполнителей, включая транспортирование и прием заполнителей на строительствах; склады заполнителей и их оборудование, а также способы стабилизации зернового состава заполнителей; вопросы работы бетонных заводов периодического действия, включая классификацию, типы и оборудование бетонных заводов и описание основных узлов этих заводов; вопросы работы бетонных заводов непрерывного действия, включая вопросы их особенностей, основного оборудования и промышленных образцов, а также описание опыта и эффективности применения таких заводов; описание и анализ работы специальных установок в бетонных хозяйствах, как то: установок для охлаждения компонентов бетонной смеси, для введения тонкодисперсных минеральных добавок, для введения поверхностно-активных добавок и, наконец для введения хлористых солей; описание и анализ работы бетонных хозяйств в зимнее время, включая описание особенностей приготовления бетонной смеси в зимнее время, методов борьбы со смерзанием заполнителей и способов подогрева заполнителей и воды, а также описание тепловых расчетов и прочих мероприятий.

Книга завершается заключением, в котором даются основные выводы и рекомендации по проектированию бетонных хозяйств на крупных строительствах и по их усовершенствованию.

На основании анализа накопленного опыта автор в новой трактовке ставит такие вопросы как, например, определение производительности бетонных хозяйств (гл. I), пути автоматизации цементных складов и складов заполнителей (гл. II и III), обеспечение постоянства зернового состава заполнителей (гл. III), классификация бетонных заводов (гл. IV), смерзание заполнителей и методы борьбы с

ним (гл. VII) и др. В этом отношении следует также отметить совершенно зрелую и научно-обоснованную трактовку путей дальнейшего совершенствования бетонных хозяйств, приведенную автором в заключительной части.

Наряду с бесспорными достоинствами книга имеет ряд недостатков, основные из которых отмечены ниже.

Недостаточно внимание уделено стационарным бетонным хозяйствам современных заводов сборных бетонных и железобетонных конструкций и деталей, имеющих свою специфику, хотя книга представляет несомненный интерес и для этих заводов.

Недостаточно внимание уделено серьезному вопросу о возможности и целесообразности снабжения крупных бетонных хозяйств цементным клинкером, с последующим помолом клинкера непосредственно на бетонных хозяйствах.

В книге ничего не сказано об изготовлении бетонов на пористых заполнителях, несмотря на то, что на заводах сборных бетонных и железобетонных конструкций и деталей легкие бетоны уже сегодня играют заметную роль, а в дальнейшем такие бетоны будут иметь еще большее применение. Помимо этого, легкие бетоны имеют применение и на гидротехнических стройках. Достаточно сказать, что в Армянской ССР еще до 1959 года на гидротехнических стройках республики было применено свыше 550 тысяч м³ легкого бетона (см. книгу „Гидротехнический бетон на литоидной пемзе“, Ереван, 1959).

В книге ничего не сказано о бетонных хозяйствах применительно к раздельному бетонированию, содержит недостаточно сведений о комбинированных бетонно-растворных узлах и т. д.

Приведенные недостатки в известной части объясняются тем, что отмеченные в них вопросы начали обращать на себя внимание в течение последних лет. Поэтому автору следует учесть сделанные замечания в следующем издании своей книги. Рецензируемая книга является крупной работой, не имеющей прецедента ни в отечественной и ни в зарубежной литературе. Отмечая творческий, аналитический характер книги следует сказать, что она имеет не только важное практическое значение, но и представляет определенный вклад в науку о строительном производстве.

М. З. Симонов

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

էջ

Հ. Ա. Օրբելի

3

Հիդրոսեխնիկա

- Ի. Վ. Եղիազարով. ժողովրդական տնտեսության համար ջրային պաշարների գլավի տնտեսման հնարավորությունը և ջրավազանների լճերի ու ջրամբարների մակերևույթից պոլորշիացման դեմ պայքարելու համար միամուղեկույթար պաշտպանիչ թաղանթի (հաղորդազրույթյուն 3) 7
- Հ. Ա. Կալֆայան. Պատվարի ջրթափային ֆունտի օպտիմալ երկարության որոշման մասին, ջրամբարի միջոցով մաքսիմալ ելքերի տրանսֆորմացիայի ղեկարգում 13

Հիդրավիկա

- Է. Տ. Ջրբաշյան. Բաց հոսանքներում սղտորությունը չափելու համար ֆոտոէլեկտրական տեղակայման ստուգաչափման մի մեխոդի մասին 25

Գիմիական սեխնուլոգիա

- Ա. Հ. Ազիզյան, Ս. Ա. Մելիքյան, Կ. Ի. Սմիլնով. Բարբոտածային պրոցեսների հիդրոցինամիկան (հաղորդում 1) 31

Գիսական հոսեր

- Ա. Գ. Նազարով, Բ. Կ. Կարապետյան, Ա. Ա. Փիրուպյան. Սեյսմիկ մեկրոտայնացման մոտավոր մեթոդ 43
- Ա. Մ. Մարգարյան, Սոզոփոսիների արտադրության պրոբլեմը 47
- Յու. Լ. Ալեխիբյան. Գրունտների ֆիլտրացիոն հատկությունների լաբորատոր ու սուբմնասիրության արդյունքների վրա ջրի շարժման ուղղության ազդեցության մասին 50
- Ս. Գ. Հաջինաբազով. Հավաքովի երկաթքետանի բազմաթիվ զուգակցված հեծաններ 57

Քննագասարյուն և բիրիսդրաճիա



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
И. А. Орбели	3
Гидротехника	
<i>И. В. Егиазиров.</i> Возможность значительной экономии водных ресурсов для народного хозяйства и одномолекулярная пленка для борьбы с испарением с поверхности водоемов, озер и водохранилищ (сообщ. 3)	7
<i>А. А. Галфаян.</i> К определению наиболее выгоднейшей длины водосливного фронта плотины при трансформации максимальных расходов водохранилищем	13
Гидравлика	
<i>Э. Т. Джрбашян.</i> Об одном методе тарировки фотоэлектрической установки для измерения мутности по глубине открытого потока	25
Химическая технология	
<i>А. Г. Азизин, Р. А. Меликян, Н. И. Смирнов.</i> Гидродинамика барботажных процессов (сообщ. 1)	31
Научные заметки	
<i>А. Г. Назаров, Б. К. Карапетян, С. А. Пирузян.</i> Способ приближенного сейсмического микрорайонирования	43
<i>А. М. Марджанян.</i> Проблема производства труб	47
<i>Ю. Л. Аветикян.</i> О влиянии направления движения воды на результаты лабораторного изучения фильтрационных свойств грунтов	50
<i>С. Г. Аджимамудов.</i> Сборные железобетонные многопролетные сопряженные балки	57
Критика и библиография	