

Библиографический указатель



**АВАРИИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ ЗА РУБЕЖОМ**

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ
имени Б. Е. ВЕДЕНЕЕВА

ОТДЕЛ ПАТЕНТОВ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Библиографический указатель

АВАРИИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕНИНГРАД
1972

АВАРИИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ
ЗА РУБЕЖОМ

Библиографический указатель
Составитель: БАРИНОВА З. С.

Сдано в производство 14/ХП 1972г. Подписано в печать 11/ХП 1972г.
Печ.л. 4,0. Уч.-изд.л. 2,81. Бум. л. 2,0. Зак. 599 Тир. 290. Цена 28 коп.

Типография Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института гидротехники им. Б. Е. Веденеева.
194220, Ленинград, Гжатская ул., 21.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий библиографический указатель является третьим выпуском по теме: "Аварии и повреждения гидротехнических сооружений за рубежом ". Работа выполнена Группой обобщения зарубежного опыта ОПНТИ ВНИИГ ии.Б.Е.Веденева.

Указатель охватывает зарубежную литературу по этому вопросу с 1967 по 1972 гг. и включает 97 названий журнальных статей и книг; дан список переводов статей по этому вопросу, имеющихся в ГПНТБ.

При составлении работы были просмотрены библиографические источники, список которых приведен в конце работы.

1. Проектирование и строительство больших плотин. Вып. 3. Повреждение плотин в процессе эксплуатации. По материалам IX Международного Конгресса по большим плотинам. Стольников В. В. (составитель), М., "Энергия", 1972, 128 с., илл.

Книга составлена по материалам Конгресса, созванного в 1967 г. в Стамбуле. Рассматриваются основные факторы, влияющие на долговечность и надежность плотин: контрольные наблюдения, исследования во время эксплуатации сооружений, ремонтно-восстановительные и профилактические мероприятия и организация инспекции на существующих плотинах в различных странах.

2. МИХАЙЛОВ ДОБРИ, ПЕРОВ ПЕРО

Върху състоянието на язовирите в нашата страна. - Хидротех. и мелиор., 1968, т. 13, те 9, с. 259-260. (болг.)

О современном состоянии плотин и мерах по улучшению эксплуатации гидроузлов в НРБ.

По состоянию на 1 января 1968 г. в НРБ насчитывалось 2071 плотина различной высоты. Они образуют водохранилища емкостью 5536 млн м³. В период 1960-1967 гг. было повреждено или разрушено 36 малых и средних плотин. За последние 20 лет строительство плотин в НРБ велось исключительно высокими темпами, но часто без достаточно квалифицированного технического руководства и контроля, без тщательных проектных проработок. В последнее время все больше внимания уделяется правильной эксплуатации плотин и водохранилищ, контролю и наблюдениям за их состоянием и проверкам надежности сооружений. 25 наиболее крупных плотин НРБ находятся в ведении Министерства энергетики и топлива. На них ведутся регулярные наблюдения (показана структура организации по ремонту и контролю за состоянием этих плотин). Министерство земледелия НРБ провело 3 смотра по проверке технического состояния ряда плотин. Первый смотр (август 1966 г.) выявил 422 плотины, нуждающиеся в ремон-

те, второй (март 1967 г.) - 272 такие плотины и третий (март 1968 г.) еще 46 плотин в неудовлетворительном техническом состоянии. Указаны меры, которые должны быть приняты по дальнейшему улучшению условий эксплуатации крупных плотин (создание экспертных комиссий, информация и обобщение опыта, широкое обсуждение и тщательный анализ каждого аварийного случая). Отмечается острая необходимость разработки специальных законодательных актов, регламентирующих вопросы нормальной эксплуатации и инженерно-технического контроля за состоянием плотин и водохранилищ и обеспечивающих безопасность населенных пунктов и народнохозяйственных объектов, расположенных в нижнем бьефе плотин.

3. НИКОЛАЕВ СТОЯН, ИВАНОВ ПЕТКО, ИВАНОВ ПЕЙО

Възстановяване и надстройка на стената на язовир Замфирово-Михайловградско-Хидротехн. и мелиор., 1966, т. II, № 10, с. 316-319. (болг.)

Восстановление и надстройка плотины гидроузла Замфирово-Михайловградско (НРБ)

По первоначальному проекту (1951-1952 гг.) земляная плотина гидроузла Замфирово была построена высотой 14,3 м и длиной 81 м при заложении откосов: верхового 1:3 и низового 1:2. Водослив длиной 150 м расположен на правом берегу. В 1953-1954 гг. после заполнения водохранилища на низовом откосе образовался оползень на участке у правого берега с вертикальным откосом высотой до 4 м и выход фильтрационных вод с дебитом 0,1 л/сек. Основной причиной аварии послужила, по-видимому, укладка переувлажненной глины в основание плотины и дополнительная замочка этого участка склоновым стоком и выходом фильтрационных вод по правому примыканию. После восстановления плотины в 1959-1960 гг. произошло новое оползание откоса с верховой стороны со сдвигом и наклоном в сторону верхнего бьефа водоприемника башенного типа. В 1965 г. было произведено бурение разве-

дочных скважин с целью определения геологических условий в основании и в теле плотины. По результатам этих исследований предлагается несколько вариантов восстановления плотины с наращиванием ее высоты на 4 м.

4. САЙТО МИТЭРУ

Суйон-но кэнкю, 1971, в. 14, № 5, р. 2217-2224, № 6, р. 2273-2278. (японск.)

Изучение повреждений плотины Кацурасава, возникающих под действием воды в холодный период времени и борьба с ними.

5. ЦВЕТАН ЦАНЕВ

Заздравяване и състояние на язовирната стена "В. Коларов" от баташкия водносиллов път. -Хидротехника и мелиорации, 1968, т. 13, № 10, с. 302-306. (болг.)

Реконструкция плотины "В. Коларов"

Каменнонабросная плотина высотой 48 м на р. Крива в Родопах была сдана в эксплуатацию в 1950 г. Уклон граней (низовой и верховой) 1:0,7; в нижней части профиля низовая грань имеет уклон 1:1. Объем тела плотины 140 тыс. м³, из них 95 тыс.м³ - сухая каменная кладка. Наброска из риолитовой скалы. С 1950 по 1961 г. деформации плотины составили: горизонтальная 765 мм, вертикальная 695 мм. Имеются трещины в местах изменения высоты плотины и в ее гребне со стороны нижнего бьефа. Для предотвращения дальнейших подвижек было принято решение омоноличить каменную кладку плотины нагнетанием песчано-цементного раствора, что улучшило работу сооружения, исключило возможность локальных деформаций и обеспечило надежную работу экрана, а также облегчило температурный режим сооружения. Состав песчано-цементного раствора (по весу) 1:4:1,34 (пуццолановый цемент М400:песок:вода). Прочность контрольных образцов 7×7×7 см в возрасте 28 дней составила 66 кг/см². Температура воды затво-

рения и наружного воздуха во время омоноличивания была 18-20°C. Всего было использовано 49 тыс. м³ раствора. При реконструкции плотины гребень водослива повысили на 1,1 м, что обеспечило увеличение объема водохранилища на 4 млн м³ и выработки электроэнергии на 15 млн квтч/год.

6. BALLY RENE JACQUES, ANTONESCU ION, PERLEA VLAD

Cedarea unui dig de pământ in lunca Dunării. - Hidrotehn., gospod. apelor. meteorol., 1966, v. 11, N 12, p. 621-626.

(рум.)

Прорыв земляной дамбы в пойме Дуная.

Во время половодья 1965 г. на одном из участков произошло разрушение дамбы обвалования. Не выдержал напора глинистый защитный слой грунта, покрывающий тело песчаной дамбы. Указаны меры по предупреждению подобных явлений.

7. BALOIU VASILE, NICOLAU AURELIAN, POPOVICI NICOLAE, BALOIU CORNELIA

Cauzele distugerii unor baraje mici de pământ de pe valea Oilor, judetul Iași. - Rev. geod. cadastru și organiz. terit., 1969, v. 13, N 3, p. 58-69.

(рум.)

Причины разрушения небольших земляных плотин в долине Оилор, уезд Яссы.

Долина Оилор образована временными водотоками, площадь водозабора долины 91 км². Расход водотоков от 0 до 40 м³/сек. За последние годы разрушено несколько водоаккумулирующих земляных плотин высотой 3-5,3 м, сложенных однородными материалами. Основными причинами разрушения считают: ливневые дожди июня 1965 г., интенсивную эрозию верхних и глубинных частей водохранилищ, эксплуатацию плотин, начинавшуюся в ряде случаев до полного окончания строительства.

8. Barrages-voûtes. Historique, accidents et incidents
Paris. Dunod, 1968, 158 p. (франц.)

Арочные плотины. История строительства и аварии.

9. BAŽANT Z., HÁLEK V.

Příčiny porušení podloží ochranných hrází a nástin
principu aktivní Ochrany. - Knizn. odbor. a věd. spisu VUT
Brně, 1969, B5, p. 207-222. (чешск.)

Причины повреждения основания защитных дамб в бассейне
Дуная и метод их активной защиты.

Анализируются причины повреждения дамб и сообщается о гидравлических исследованиях неустановившегося движения, возникшего при подъеме уровня воды во время паводка. Отмечается влияние деформаций, обусловленных фильтрацией. В качестве одного из методов сохранения дамб предполагается стабилизировать неустановившееся движение активной откачкой воды с территории за дамбой.

10. BAŽAKT Z., HÁLEK V.

Schéma řešení ochranných hrází Podunajské nížiny. -
Vodní hospodářství, 1968, N 4, p. 170-179. (чешск.)

Усиление оградительных дамб в Дунайской низменности.

После разрушения дамб по берегам Дуная в 1965 г. были разработаны основные положения их реконструкции. Основной причиной разрушения дамб на Дунае явилось нарушение фильтрационной прочности основания, сложенного водопроницаемыми грунтами. Предотвращение фильтрации предусматривается посредством перекрытия путей фильтрации диафрагмами, зубьями, а также пригрузкой основания низового откоса с устройством дренажных колодцев и каналов за дамбами.

11. BEENE R.R.W.

Waco dam slide. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1967,
VII, v. 93, N SM4, p. 35-44. (англ.)

Оползень на плотине Уэйко.

Описание процесса оползания плотины по откосу длиной 450 м с момента, когда высота плотины достигла 25,5 м (проектная отметка 29,4 м), причем гребень плотины опускается на 4,8 м, продвинувшись по горизонтали на 6,3 м. Геологическая обстановка основания, характеризуемая присутствием сланцевой глины. Лабораторные исследования и восстановление плотины.

12. BELLIER JEAN

Le barrage de Malpasset. - Travaux, 1967, v. 50, N 389,
p. 363-383. (франц.)

Плотина Мальпассе.

Подробное описание аварии арочной плотины и анализ ее причин.

13. BENEŠ V., TEPLY Z.

Povrchoča úprava vzdušného lice přehrady Slapy. - Vodni
hospodářství, 1968, N 2, p. 78-81. (чешск.)

Защита низового откоса плотины Слапы.

Машинное здание ГЭС Слапы расположено под водосливом плотины. При сбросе расходов через водослив и даже при дожде вода просачивается в помещение ГЭС. Водосливная часть плотины состоит из четырех пролетов шириной по 15 м, и каждый водослив разрезан температурными швами. Швы над помещением ГЭС уплотнены резиновой лентой 200 × 12 мм, прижимаемой к бетону болтами с шагом 250 мм через стальные полосы 50 × 10 мм. Водосливная поверхность армирована

сеткой и покрыта набрызг-бетоном. Низовой откос покрыт защитными плитами. Через 12 лет после эксплуатации уплотнение швов и защитное покрытие низового откоса пришли в неудовлетворительное состояние. Основными причинами водопроницаемости швов являются укладка резиновой ленты на неровную поверхность бетона (без подливки раствором), недостаточное прижатие ее болтами и влияние вибрации гидроагрегатов. В защитных плитах образовались трещины, часть плит разрушена. С 1960 г. плиты ремонтируются с нанесением различных защитных покрытий: из полиэфирных смол и ламината, метакрылата, латексо-цементных растворов. Эти покрытия оказались недостаточно долговечными. Уплотнения швов реконструируются с покрытием поверхности бетона специальной обмазкой, по которой укладывается резиновое перекрытие двумя полосами 100×2 мм. После установки арматуры полость над полосами будет залита раствором. По поверхности низового откоса старая защита будет устранена, после чего будет испытано два варианта новых покрытий: из виброактивного раствора и набрызг-бетона или из эпоксидного бетона. Описана технология нанесения новых покрытий.

14. BERÁNEK Z.

Oprava přehrady na Labi v Labske. - Vodni hospod. 1970, A20, N 3, p. 77-79. (чешск.)

Реконструкция плотины на реке Лабе в Полабье (ЧССР).

В 1910-1916 гг. на р. Лабе около населенного пункта Шпиндлеров Млин была возведена плотина для создания водохранилища объемом 3,4 млн м³. В ее основании на глубине 4-7 м залегают ортогнейсы. Сразу после наполнения водохранилища отмечалось высачивание воды в нижний бьеф. Это явление усилилось при повышении уровня воды в водохранилище. Поэтому с 1930 г. водохранилище по возможности не заполнялось. При исследовании установили, что плотина нуждается

в противодиффузионной защите. В 50-х годах в непосредственной близости от сооружения производились горные работы (на правом берегу на расстоянии 24 м, на левом - 80м), что также повлияло на ее устойчивость. Начиная с 1966 г., производятся серьезные работы по укреплению плотины - анкеровка, уплотнение кладки, инъекция растворов в примыканиях, отмостка, укрепление водоотводного туннеля и т.д.

15. Berm Failure plagues Taiwan dam second time. - Engng News-Rec., 1970, v. 184, N 20, p. 14. (англ.)

Оползень на плотине Блэк Маунтин (Тайвань).

В результате сильных ливневых дождей произошел оползень на участке насыпи, построенной в 1968 г. для укрепления примыкания плотины Блэк Маунтин на о-ве Тайвань. Оползень произошел на расстоянии 90 м от основной плотины; объем разрушенной зоны 1000 м³. Затраты на восстановление насыпи оценивают в 300 тыс долл. В качестве меры предосторожности уровень водохранилища был понижен почти на 4 м. Земляная плотина Блэк Маунтин, с бетонной диафрагмой в основании и водонепроницаемым ядром, высотой 56 м, длиной по гребню 1270 м была построена в 1930 г. Оползень произошел на участке банкета, построенного для укрепления плотины после оползня 1964 г.

16. BISTRAIN PABLO

Causas de las fallas y asentamiento de suelos en los grandes embalses. - Ing. hidraul. Mex., 1971, v. 25, p. 51-70. N 1, (исп.)

Причины разрушения и осадки грунтов в больших водохранилищах.

По данным на 1971 г., в мире построено около 10 тыс. плотин (в том числе 100 плотин до 1900 г.) и

около 2 тысяч плотин находятся в строительстве. Анализ 293 случаев частичного или полного разрушения плотин дал следующее распределение основных причин разрушения: недостаточная пропускная способность водосбросных сооружений - 23%; основания плотин, допускающие фильтрацию либо подвижку жестких конструкций - 18%; строительные трещины, некачественные материалы либо плохое исполнение работ - 9%; фильтрация вдоль труб и галерей в теле земляной или каменно-набросной плотины - 6%; дефекты проекта (слишком крутые откосы земляных плотин либо заниженное сечение бетонных) - 6%; неустановленные причины - 17%. Характеристики крупнейших катастроф гидротехнических сооружений, имевших место в 1918-1960 гг., приведены в таблице.

Название гидроузла, страна, тип плотины	Высота плотины, м	Число жертв	Причины разрушения
I	2	3	4
Глено, Италия, многоарочная	50	600	Ошибки расчета, плохое качество работ
Франсисквито, США, гравитационная, криволинейная в плане	63	400	Геологическая трещина в основании
Хабра, Алжир, гравитационная	35	-	Расход воды 500 м ³ /сек при водосбросе, рассчитанном на 9000 м ³ /сек
Моларе, Италия, гравитационная	47,5	100	Расход воды 2200 м ³ /сек при водосбросе, рассчитанном на 800 м ³ /сек
Рибаделаго, Испания, контрфорсная	33,5	140	Нарушение швов, неравномерная осадка контрфорсов
Мальпассе, Франция, тонкая арка	60	400	Разрушение гнейсов левобережного примыкания
Орос, Бразилия, земляная (недостроенная)	54	40	Катастрофический паводок в период строительства

В результате повышенных нагрузок на основания водохранилищ при их наполнении, а также воздействия воды как смазки на тектонические трещины, в районах водохранилищ могут возникать сейсмические явления. Подобные явления отмечались в период наполнения водохранилищ Боулдер (США) объемом 41500 млн м³, Кариба (Замбия) объемом 175000 млн м³ и других. Землетрясение в районе г. Кейнангар (Индия), последовавшее за наполнением водохранилища Койна (2780 млн м³) привело к гибели 200 чел.

17. BISWAS ASIT K., CHATTERJEE SAMAR

Dam disasters: an assessment. - Eng. J. (Can.), 1971,
v. 54, N 3, p. 3-8. (англ.)

Аварии плотин.

Описаны некоторые результаты обобщения и анализа многочисленных литературных источников, анализирующих причины разрушения плотин и резервуаров в различных странах за последние 145 лет. В табличной форме приводятся статистические данные о разрушении плотин с указанием понесенных материальных ущербов и количеств человеческих жертв. Из анализа причин разрушений свыше 300 плотин авторы приходят к выводу, что 35% разрушений произошло от значительного увеличения напора воды вследствие наводнения, 25% - разрушений от дефектов в фундаментах плотин и 40% - по другим причинам, как-то: ошибки в проектировании, неправильная эксплуатация, давление льда, плохое качество материалов и пр. Анализируются также подробные сведения о причинах разрушения 8 крупнейших плотин, построенных за последние годы в США, Франции и Индии. Отмечаются большие трудности в точном определении причин разрушения и даются общие рекомендации по снижению риска разрушения плотин.

18. BISWAS ASIT K., CHATERJEE SAMAR

The human dimensions of dam safety. Part 1. - Water Power, 1971, v. 23, N 12, p. 446-453. (англ.)

Вопросы надежности плотин.

В связи с бурным ростом числа плотин во всех странах возрастает вероятность катастроф, связанных с разрушением подпорных сооружений или их оснований. Трудности, связанные с всесторонним учетом всех факторов, влияющих на физическую надежность сооружений и их оснований, очень велики. Анализ развития плотиностроения показывает, что только за последнее столетие коренным образом изменились проектные критерии, определяющие общую надежность плотин (противодавление в основании плотин стало учитываться лишь в конце прошлого века, цементация оснований применяется всего 40 лет, а дренаж основания введен еще позднее и т.д.). Несмотря на все успехи плотиностроения, многие расчетные критерии до последнего времени остаются эмпирическими, основанными на допущениях, приближениях, что создает потенциально угрозу безопасности сооружений. Учитывая тяжелые последствия для общества в целом от катастроф плотин, правительственные органы должны осуществлять контроль над всеми организациями, проектирующими сооружения, и нести ответственность перед обществом за безопасность населения и имущества. Должна быть разработана система предупредительных противоаварийных мероприятий, включающая систематический контроль за состоянием эксплуатируемых сооружений и водохранилищ и учет всех косвенных признаков, предупреждающих об угрозе катастрофы; систему связи, оповещения о быстрой эвакуации населения из угрожаемых зон; быструю организацию спасательных, восстановительных и ремонтных работ в случае аварии. (Предупредительные меры позволили вывести из-под угрозы более 16 тыс. человек при надвигавшейся катастрофе плотины Орос в Бразилии, хотя около 1 тыс. чел. погибло). Анализ различных катастроф инженерных сооружений, включая и плотины, показал, что 95% всех несчастных случаев можно было бы предотвратить.

19. BISWAS ASIT K.

Discussion on the paper: "Evaluation of dam safety in California" by Robert B. Jansen. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs", 1968, v. 94, N SM1, p. 329-331. (англ.)

Дискуссия по статье Robert B. Jansen "Вопросы безопасности при проектировании плотин в Калифорнии.

Отмечается интенсификация мирового плотиностроения и относительно быстрое увеличение числа катастроф. Приводятся статистические данные E. Gruner: в течение 1946-1955 гг. построено около 2 тыс. плотин, разрушалось 12; с 1956 г. по 1965 г. построено 2,5 тыс. плотин, разрушалось 24. Возрастает роль контроля за строительством новых плотин. Описаны работы по контролю за безопасностью в плотиностроении в США.

20. Bombs and flood - Engineer (Engl) 1967, v. 224, N 5831, p. 555. (англ.)

Два случая повреждения плотин.

На IX Конгрессе Международной комиссии по большим плотинам в Стамбуле (Турция) в 1967 г. было представлено 2 доклада о повреждениях плотин. В первом описаны повреждения плотины Сорпе (ФРГ) из местных материалов в результате бомбежки во время Второй Мировой войны и их ремонт. Высота плотины 69 м, длина по гребню 700 м, ширина гребня 10 м, максимальная ширина у основания 307 м. Плотина имеет центральную бетонную тонкую диафрагму, которая сопрягается с противофильтрационной завесой в основании. Низовая упорная призма опсыпана гравийным материалом, верховая состоит из суглинка с камнями, содержание которых увеличивается по зонам по мере приближения к поверхности верхового откоса. В период бомбежки водохранилище было опорожнено; в плотину попало 11 6-тонных авиабомб, образовавших в насыпи воронку глубиной 12 м и диаметром 25-30 м. При после-

дующей эксплуатации началась сильная фильтрация с выносом глины и образовались просадки тела плотины до 1,4 м. Капитальный ремонт плотины был предпринят только в 1959 г.

Второй доклад касается разрушения гравитационной плотины из каменной кладки на известковом растворе Кхадак-васла на р. Мута (Индия). Строительство плотины было закончено в 1870 г. Плотина имела трапециoidalный, необычайно обжатый профиль (ширина в подошве 0,54 высоты). Высота плотины 32,5 м, ширина гребня 2,75 м, ширина в подошве 17,50 м. Уклоны граней - почти вертикальной верховой 1:0,05 и нижней 1:0,42. Объемный вес каменной кладки 2,4 т/м³. Длина плотины 1475 м, в том числе глухой части 1049 м и водосбросного участка - 426 м. На водосливе были установлены плоские затворы. Плотина успешно эксплуатировалась вплоть до 1961 г., причем наблюдалась лишь небольшая фильтрация через ее тело. В июле 1961 г. при первом наполнении водохранилища заканчивающей постройкой выше по течению плотины Паштет последняя обрушилась, сбросив ~ 200 млн м³ накопленной воды. Водохранилище плотины Кхадак-васла было в это время полно, затворы водосброса открыты. Высота переливающегося по всей длине плотины слоя воды достигла 2,74 м над гребнем глухой части, произошли значительные размывы в нижнем бьефе и была отмечена вибрация сооружения. Плотина выдержала пик перелива и лишь через 4 часа при переливе, уменьшившемся до 0,9 м, произошло частичное ее обрушение в месте, где основание имело уступ. Через 5 лет после аварии из разрушенного участка были взяты для исследований образцы кладки -керны диаметром 915 мм. Оказалось, что прочность камня и раствора почти не уменьшилась, несмотря на продолжительную эксплуатацию при наличии фильтрации. Плотина Кхадак-васла восстановлена с устройством пригрузочной земляной отсыпки со стороны.

21. BONNEAU LOUIS.

Mécanisme de la rupture du barrage de Malpasset. - Ann. ponts et chaussées, 19Б9, v. 139, N 3, p. 179-186. (франц.)

Механизм разрушения плотины Мальпассе.

Экспертная комиссия, расследовавшая в 1965 г. причины аварии плотины Мальпассе, установила, что под плотиной и в ее левобережном примыкании существовали крупные трещины, не обнаруженные и не подозреваемые во время постройки плотины. Трещины были обнаружены только после ее разрушения. Повторная экспертиза в 1966 г. заключила, что разлом в основании плотины с верховой стороны ее сам по себе не мог быть причиной аварии, если бы он не был подрезан на некоторой глубине с низовой стороны, в особенности на левом берегу, другой трещиной, с которой он образовал диэдр. Порода в пределах этого диэдра не выдержала веса плотины, раздробилась и в значительной степени была вынесена в нижний бьеф при опорожнении водохранилища. В средней части долины и на правом берегу диэдр был замещен криволинейным разломом значительного протяжения, залегающим под плотиной на глубине более 10 м и выходящим на поверхность далеко в нижний бьеф. Для приблизительной оценки трещины в плоскости разрыва был рассмотрен разрез по основанию шва в плотине. Принималось, что сдвиг произошел по кругло-цилиндрической поверхности, совпадающей с криволинейной трещиной в скальном массиве. За начало этой трещины принималась точка, расположенная под наиболее заглубленной частью подошвы плотины с верховой стороны. Силы, действовавшие на плоскость скольжения в начальной точке, складывались из гидростатического давления на высоту 37 м, равного 700 т, веса сооружения (объемный вес 2,2 т/м³), и вышележавшей части основания (объемный вес гнейсов, взвешенных в воде 1,7 т/м³), равного 300 т, и горизонтальной реакции арок плотины, условно принятой равной 10% от гидростатического давления или 70 т. В результате расчетов трение в плоскости скольжения было оценено углом в 19°-18°.

22. CARAS M., IANŠTA F., ABAFFY D., MRAZ J.

Havária na vodárenskej nádrži Hriňova. - Vodni hospodarstvi, 1968, N 3, p. 129-138. (словацк.)

Авария плотины Гринева.

Земляная плотина Гринева была построена на р. Слатина в 1960-1965 гг. В основании плотины залегают гранодиориты и милониты. Заполнение водохранилища было начато в ноябре 1965 г. и закончено в феврале 1966 г. с подъемом за 99 суток уровня верхнего бьефа на 35 м. 18 февраля на низовом откосе было обнаружено высачивание фильтрационных вод, которое постепенно увеличивалось и к концу марта достигло 3-4 л/сек. Сначала вода была чистой, затем стала красновато-коричневой, что свидетельствует о разрушении ядра плотины. В апреле расход продолжал увеличиваться и достиг 80-100 л/сек; на низовом откосе начались оползни.

Для выявления причин аварии были произведены измерения и исследования. Описаны измерения распределения давления воды в теле плотины, фильтрационного расхода и исследование путей фильтрации с помощью радиоактивных изотопов. Анализ полученных результатов показал, что основной причиной аварии явилось нарушение работы дренажа; насыщение тела плотины усугублялось недостатками в укладке грунта и неправильным выполнением дренажа. Быстрое заполнение водохранилища оказало неблагоприятное влияние на деформации тела плотины. Произведенные исправления в системе дренажа привели к стабилизации плотины. В июле 1967 г. водохранилище было снова заполнено до нормального подпорного горизонта.

23. Case tied to dam failure may go to High Court. -
Engng News-Rec., 1968, v. 181, N 18, p. 13. (англ.)

Причины аварии плотины.

Анализ причин и результатов аварии плотин в Болдуин Хилз у Лос-Анжелеса. Определение причиненных убытков и ответственности за них.

24. COLEBATCH G. T.

The role of geomechanics in water storage projects. -
J. Inst. Eng. Austral., 1971, v. 43, N 12, p. 6-9. (англ.)

Роль геомеханики в проектировании гидросооружений.

Рассматриваются прогноз устойчивости высоконапорных плотин и обеспечение безопасности работ при их строительстве и эксплуатации. Анализируются случаи катастрофического разрушения плотин Мальпассе (Франция) и Болдуин-Хилз (США), связанного с наличием тектонических нарушений в основании плотины; интенсивной фильтрации воды в основании плотины Мекиненс (Испания) и плотины Кремасла (Греция); катастрофы на плотине Вайонт (Италия) из-за оползания пород в водохранилище; строительство плотины в Испании на закарстованной территории и пр. Около 40% повреждений плотин связано со свойствами и особенностями строения их основания. Обосновывается широкое применение геомеханических исследований при строительстве, объем которых меняется в зависимости от степени ответственности сооружения и изученности основания.

25. CURTRIGHT CLIFFORD J.

Reevaluation and reconstruction of California dams. -
Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs, 1970, v. 96, N P01, p. 55-72.

(англ.)

Переоценка надежности и реконструкции калифорнийских плотин.

Все крупные плотины и водохранилища штата Калифорния, за исключением принадлежащих федеральному правительству США, подчинены в законодательном порядке обязательно-му техническому надзору. Начало его было положено в 1929г., после произошедшей в 1928 г. аварии плотины Сен-Френсис. Надзор осуществляется специальным Отделом безопасности плотин Департамента водных ресурсов штата и распространяется на проектирование, строительство, эксплуатацию, ремонты и реконструкции, а также на текущий контроль состояния плотин. Применяются новейшие технические способы проверки надежности сооружений, в том числе анализ их напряженного состояния и устойчивости при статических, и особенно сейсмических нагрузках, проверка необходимой пропускной способности водосбросов путем оценки вероятности максимальных паводков, изучение особенностей фильтрационного потока и т.д. Важной частью работ Отдела безопасности плотин, развивающейся за последние годы, является систематическое проверочное обследование существующих сооружений. Те из них, которые вызывают сомнения, подвергаются более детальному анализу, на основании которого разрабатываются мероприятия для обеспечения их надежности, обязательные для владельцев сооружений. До сего времени найдено, что из 1100 плотин Калифорнии требуют проверки конструкции около 90 и переоценки необходимой пропускной способности водосбросов около 80 сооружений. По многим из них Отделом разработаны технические решения для приведения их в надежное состояние; значительная часть его указаний уже реализована или реализуется. Примерно 20 примеров таких сооружений с описаниями различных обнаруженных в них недостат-

ков, предложенных мер для их устранения, а также проведения этих мер. Из них 6 - бетонные плотины различных типов (5 высотой от 24,4 до 33 м, построенных между 1924 и 1929 г. и I высотой 49,7 м - в 1947 г.) и 14 - различные плотины из местных материалов высотой от 6 до 91,4 м (2 построены в конце прошлого, 8 - в первой половине текущего столетия и 4 - между 1954 и 1964 г.). Имеются сведения о развитии законодательства штата в рассматриваемой области и постепенном расширении надзора за прошедшее время с рассмотрением его частных целей и методов применительно к условиям Калифорнии.

26. CROSTHWAITE C. D., HUNTER J. K.

The deterioration of concrete dams forty years' experience in North Wales. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 13, p. 207-226. (англ.)

Состояние бетонных плотин после 40 лет эксплуатации в Северном Уэльсе.

Рассматриваются основные причины повреждения, по результатам обследования, плотин, построенных в 1920-1930 гг. В число обследуемых плотин входили четыре плотины, создающие одно водохранилище, из которых одна арочная - Ментрог и три гравитационных. Сразу после заполнения водохранилища в 1928 г. были обнаружены протечки в плотине с выносом извести. Это потребовало производства ремонтных работ, в особенности на плотине Ментрог. Ремонт производился различными способами, но не дал надежных результатов. В 1958 г. был произведен капитальный ремонт всех четырех плотин.

27. Dam caused quake? - Engng News-Rec., 1967, v. 179, N 25, p. 65. (англ.)

Землетрясение в районе гидроузла Койна (Индия).

В районе гидроузла Койна произошло землетрясение силой 7,5 балла по шкале Рихтера, которое причинило небольшие повреждения плотине. Многие геологи считают, что землетрясение связано с образованием водохранилища этого гидроузла объемом 2,7 млрд м³. Эпицентр землетрясения находится в зоне плотины. Ранее в этом районе сейсмической активности не отмечалось.

28. Dam is a three-time loser. - Engng News-Rec., 1969, v. 182, N 19, p. 15. (англ.)

Трехкратное разрушение плотины.

Описание разрушений Коттонвудской плотины в Новом Ульме (шт. Миннесота) в результате образования запруд из дерева и льда, которые пробивали насыпную и железобетонную плотины. Способы восстановления и реконструкции плотины.

29. Dam failure in North India Kills 100, ruins 32 villages.- Engng News-Rec., 1967, v.179, N 11, p. 17. (англ.)

Разрушение земляной плотины в Индии.

После пяти лет эксплуатации в результате ливневых дождей в сентябре 1967 г. разрушилась плотина на р. Деоха. Высота плотины 16 м, длина по гребню 3,2 км. Вначале со стороны нижнего бьефа была обнаружена значительная фильтрация воды; через два дня в плотине образовалась брешь на участке длиной 46 м. Нанесен ущерб 32 населенным пунктам.

30. DEINHARD MARTIN

Das Talsperrenunglück von Malpasset-Fréjus. Zusammenfassung der Untersuchungsberichte. - Baumasch. und Bautechn., 1968, Bd 15, N 5 S. 173-185, N 6 3.218-224. (нем.)

Авария на плотине Мальпассе.

Описаны геологическая характеристика створа плотины и ее основные проектные данные, состав бетона, производство строительных работ, эксплуатация плотины и происшедшая в 1959 г. катастрофа. Подробно рассмотрены причины катастрофы и заключения исследований, а также статический расчет плотины в сравнении с расчетом других арочных плотин и результаты проведенных в 1962 г. исследований плотины на гипсовой модели в масштабе 1:125.

31. DESTENAY J., BERNARD J.

Quelques exemples de dégradation des bétons par cavitation dans des ouvrages hydroélectriques. - Houille blanche, 1968, v. 23, N 2-3, p. 167-176, 176, 99, 100. (франц.)

Разрушение бетона гидротехнических сооружений вследствие кавитации.

В 1965 г. на 400 гидроэнергетических сооружениях Электрисите де Франс были проведены исследования кавитационных повреждений бетона. Условия, в которых находился бетон, могут быть разделены на 2 группы: незначительная скорость потока (10-20 м/сек) и большая турбулентность, значительная скорость (более 30 м/сек) и малая турбулентность. Установлено, что размеры повреждений зависят от продолжительности воздействия потока, расхода и напора воды и величины энергии гашения на данном участке. Глубина повреждений в среднем составляла 6-22 см, длина - до 50 см, а наиболее крупные разрушения достигали объема 150-360 м³ и длины до 27 м. Крупные повреждения имели место на водосбросах и на глубинных водоспусках. Форма поверхностей повреждений сна-

чала пятнистая, а после продолжительного вредного влияния обычно продолговатая, овальная или треугольная и является отражением характера турбулентности. Несколько случаев кавитации отмечено за сороодерживающими решетками, после пазов затворных щитов, вблизи промежуточных отводов и других местах изменения характера потока. Описаны случаи модельных изучений кавитации, результаты которых близко совпадали с характером натуральных кавитационных повреждений. Рекомендуется восстанавливать поврежденные поверхности бетоном твердых марок, а при строительстве очень тщательно выравнивать и шлифовать поверхности и применять обтекаемые формы деталей сооружений.

32. DOBRY R., ALVAREZ L.

Seismic failures of Chilean tailing dams. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1967, v.93, N SM6, p. 237-260.

(англ.)

Разрушение дамб в результате землетрясения в Чили.

28 марта 1965 г. сильное землетрясение в центральных районах Чили разрушило ряд небольших плотин при обоганительных фабриках на медных рудниках. Причины аварий - разжижение по тем или иным причинам намывного грунта. В районе г. Эль-Кобре, расположенного в 40 км к югу от эпицентра, ощущались толчки силой 8-9 баллов. Из трех существующих здесь плотин 2 были полностью разрушены в течение нескольких минут, погибло более 200 чел. Помимо плотин Эль-Кобре, пострадало еще 9 плотин. Характер разрушения 8 плотин одинаков. Во всех случаях разрушения были быстрыми, происходили немедленно после сейсмического толчка и были обусловлены оползанием откосов плотин и разжижением материала. В некоторых случаях разрушения сопровождались своеобразными явлениями - образованием волн, появлением звуков, а также образованием на поверхности разжиженных масс небольших кратерообразных углублений в результате выброса материала от сильного порового давления.

33. DOBRY R., ALVAREZ L.

Seismic failures on Chilean tailings dams. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1969, v. 95, N SM1, p. 367-371. (англ.)

Разрушение плотин и резервуаров для сброса промышленных сточных вод в результате землетрясения в Чили.

Дискуссия по статье, опубликованной в журнале (1967, XI).

34. Earth dam safe after 1-ft move. - Engng News-Rec., 1967, v. 179, N 16, p. 29. (англ.)

Сдвиг земляной плотины Стиллхауз-Холлоу (США).

На плотине Стиллхауз Холлоу, сооружаемой на р. Лампасас около г. Белтон (шт. Техас) на участке длиной 9,1 м произошел сдвиг на 30 см в сторону нижнего бьефа. В качестве меры против дальнейшего сдвига плотины была произведена пригрузка грунтов (максимальная высота 10,7 м) со стороны верхового откоса на длине 427 м с устройством бермы.

35. Javanese Dam collapses during monsoon rains. - Engng News-Rec., 1967, v. 179, N 23, p. 16. (англ.)

Разрушение плотины в результате муссонных дождей.

Строящаяся на р. Прого каменнонабросная плотина Семпор (высота 54 м, длина по гребню 228 м) разрушилась в период муссонных дождей. Плотина спроектирована японской фирмой "Nippon-Koei". Два года назад ее строительство было приостановлено из-за трудностей с финансированием. После возобновления работ они велись недостаточно высокими темпами из-за неблагоприятных метеорологических условий и задержки с доставкой цемента на стройплощадку. Полагают, что причиной разрушения явилось то обстоятельство, что к

моменту аварии плотина еще не была построена. Официального заявления о причинах аварии опубликовано не было.

36. Explosion in a dam. - Engineering, 1967, v. 203, N N 5261, p. 252-253. (англ.)

Взрыв в плотине на реке Рио-Гранде в Бразилии.

Предварительные результаты исследования причин аварии в деривационном туннеле гидроузла Фурнас установленной мощностью 100 тыс квт. Причиной взрыва, вероятно, послужило скопление метана.

37. Flash flood overtops, destroys Argentina's Pardo dam. - Engng News-Rec., 1970, v. 184, N 3, p. 20. (англ.)

Авария плотины Пардо (Аргентина).

Сильный паводок, вызванный необычным летним ливнем, прорвал плотину Пардо, и поток ворвался в г. Мендоза, расположенный у подножья Аргентинских Анд. В результате наводнения нанесен материальный ущерб свыше 17 млн долл. Объем паводка превысил 5 млн м³, в то время как объем водохранилища составляет всего 200 тыс м³. Каменнонабросная плотина высотой 15 м, длиной по гребню 62 м, с железобетонной облицовкой верхового и низового откосов толщиной 30 см была сооружена 30 лет назад. Полагают, что аварии способствовала неправильная эксплуатация водохранилища. В результате в водохранилище отложились наносы, которые уменьшили емкость водохранилища и забили два из 5 отверстий башенного водосброса.

38. Geology can save dam failures.- Austral. Civil Engng and Constr., 1967, v. 8, N 9, p. 9, 11. (англ.)

Детальные геологические исследования могут спасти плотину от разрушения.

Высказываются соображения о причинах разрушения за последние годы четырех крупных плотин: Мальпассе (Франция), Вайонт (Италия), Болдуин-Хилз (Калифорния) и Эль-Кобре (Чили). Общей чертой этих катастроф является то, что причина разрушения заключается в наличии тонких ослабленных прослоев в скальном массиве. Подчеркивается важность детальных геологических исследований, выявления различного рода элементов структурной неоднородности и ослабленных прослоев. В качестве примера детальных инженерно-геологических работ приводятся данные об исследованиях на участке проектируемой арочной плотины Кангару-Крик (высота 61 м) в Южной Австралии.

Приводятся статистические данные E. Gruner: в течение 1946-1955 гг. построено 2 тыс. плотин, разрушилось 12; с 1956 по 1965 г. построено 2,5 тыс. плотин, разрушилось 24. Возрастает роль контроля за строительством новых плотин. Описаны работы по контролю за безопасностью в плотиностроении в США.

39. GOLZE ALFRED R.

California leads the way in requiring safe dams. - Water Power, 1967, v. 19, N 9, p. 373-376. (англ.)

Требования по вопросу безопасности плотин в Калифорнии.

После аварии плотины Сен-Френсис высотой 62,5 м, происшедшей 12 марта 1928 г. в штате Калифорния и повлекшей гибель 450 человек, был издан закон о правительственном надзоре за проектированием и постройкой новых плотин, а также за эксплуатацией и ремонтом существующих. Под действие закона подпало 570 сооружений; к 1963 г. число их

(учитывая и новые постройки) возросло до 1022. В 1965 г. закон был распространен на зоны водохранилищ, и организация контроля значительно расширена с учреждением также геологической службы. По данным на 1967 г. контролем охвачено более 1200 плотин. Описаны работы по контролю, система ее организации, основные положения действующих законоположений. Последние почти совпадают с требованиями федерального законодательства, выполняемыми федеральными организациями, также ведущими в Калифорнии обширное строительство плотин (Бюро Мелиорации, Корпус военных инженеров, почвенная служба департамента земледелия). Особое внимание уделяется сейсмической устойчивости сооружения (около 90% всех землетрясений в США происходит на территории Калифорнии. В расчетах следует принимать горизонтальные ускорения до 0,25 g . Требования службы безопасности являются обязательными. Новое строительство разрешается только по утверждению ею проекта, эксплуатация допускается лишь на основании специального разрешения.

40. GRONER Chr. F.

Plastic membranes repair dams. - Energy Internat., 1968,
v. 5, N 8, p. 16-18. (англ.)

Использование мембран из синтетических материалов при ремонте плотин (Норвегия).

В последние 5 лет в Норвегии заметно расширилось применение пластических мембран для восстановления поврежденных бетонных поверхностей плотин; при этом широко используются различные типы полиэстеров и эпоксидные материалы. На ряде плотин проведены натурные исследования с целью выявления качества ремонтных покрытий. Описаны ремонтные работы с устройством пластичных мембран на поверхности ряда плотин, в том числе гравитационной плотины Номеланд высотой 28 м и длиной 140 м, построенной в 1917 г. Через тело плотины, особенно через строительные швы, по-

верхности которых оказались более поврежденными, чем верхняя грань плотины, наблюдалась значительная фильтрация воды. Бетонные поверхности плотины были зачищены при помощи металлических щеток и скребков и выровнены с использованием цементного раствора с поливинилхлоридом. Сухие бетонные поверхности первоначально грунтовали материалом Denodeck IM, а затем накладывали первый слой полиэстера Denofast I. На еще влажный слой этого материала укладывали ткань из стекловолна и второй слой полиэстера Denofast I, а после уплотнения еще 2 слоя этого материала. Общая толщина мембраны 4-5 мм. Общая площадь покрытой верхней грани плотины 2200 м². Эксплуатация плотины в течение 3 лет показала, что мембрана работает вполне удовлетворительно.

41. GRUNER EDWARD

Vigilance over reservoirs. - Water and Water Engng, 1969, v. 73, N 883, p. 369-373. (англ.)

Мероприятия по предупреждению аварий плотин.

Приводится описание нескольких аварий плотин, водохранилищ, вызвавших затопление нижележащих территорий, с кратким перечнем причин аварий. Дано краткое содержание "Рекомендаций по водохранилищам", составленных комиссией из специалистов Советского Союза, США, Великобритании, Италии, Франции, Японии и Швейцарии.

42. GRUNER EDWARD

Felsbettung von Talsperren. - Felsmech. und Ingenieur-geol., 1968, 6, Suppl. N 4, S. 261-268, Diskuss, 3.282-283.

(нем.)

Скальные основания плотин.

Надежная работа скальных оснований плотин определяется физико-химическими и механическими процессами, а также

тектоническими явлениями, развивающимися в основании сооружения. Под воздействием нагрузок, действующих как на сооружение, так и на склоны долин, возникают упругие и остаточные деформации. Скальное основание имеет обычно трещины и разломы. Поверхностные трещины обычно не опасны для плотины. Наибольшую угрозу представляют тектонические разломы. Анализ более 400 оснований плотин показывает, что только в 10 случаях первичной причиной катастрофы являлось разрушение скального основания. В большом числе случаев разрушение скального основания было вторичным, например, возникло в результате перелива потока воды через гребень плотины и т. д. В качестве примера рассматриваются аварии ряда плотин.

43. GRUNER EDWARD

The safety of reservoirs. World Dams Today. Tokyo, 1967,
p. 104-109, (англ.)

Вопросы безопасности работы плотин.

По данным Международной Комиссии по большим плотинам в 1962 г. во всем мире было 8300 эксплуатируемых, строящихся и подготовленных к строительству плотин высотой более 15 м или объемом более 100 тыс м³. Из этого количества плотин 450 были построены до 1800 г., в XIX в. было построено 650 плотин и 5500 в XX в. В стадии строительства находилось 750 и было подготовлено к строительству 950 плотин. Отмечается, что подробные статистические данные по авариям плотин отсутствуют. По имеющимся материалам зарегистрировано 400 плотин, на которых были аварии, в том числе 20 плотин претерпевали аварии дважды, 6 - трижды, а 7 - являлись причинами аварий на других плотинах. Приводятся случаи аварий плотин, связанных с человеческими жертвами. Отмечается, что наиболее крупные аварии послужили толчком для разработки специальных конструкций и правил по проектированию, строительству, эксплуатации и систематическому контролю за состоянием плотин в большинстве стран мира. Статистикой ус-

тановлено, что количество аварий за последнее время прогрессивно растет. Так, за период 1946-1955 гг. было зарегистрировано во всем мире 12 аварий при сооружении за тот же период около 2000 новых плотин, а за последующее десятилетие 24 аварии при сооружении соответственно около 2500 новых плотин. Лабораторными исследованиями пока невозможно оценить влияние всех факторов, действующих на плотину за весьма длительный срок ее службы, и последствия этого влияния на надежность работы плотины. Установлено, что более трети всех аварий плотин вызвано дефектами оснований, почти одна треть аварий является следствием катастрофических наводнений. Отмечается, что с увеличением срока эксплуатации плотины вероятность аварий возрастает, однако, указать безопасный срок ее службы не представляется возможным. Для улучшения проектирования плотин рекомендуется производить наблюдения за их поведением при эксплуатации при воздействии различных факторов. На конкретных примерах отмечается условность понятия вероятности риска при учете катастрофических паводков. Рекомендуется не заселять и не застраивать территорию, расположенную непосредственно ниже плотины на расстоянии, соответствующем первым 15 мин. распространения волны прорыва. На ниже расположенной территории необходимо иметь надежную систему сигнализации и транспорта для проведения эксплуатационных работ. Приводятся примеры наводнений такого рода, которые привели к человеческим жертвам из-за отсутствия надежной сигнализации. Отмечается, что вопросами безопасности водохранилищ занимается специальная рабочая группа при ООН из представителей Европейских стран, СССР, Японии и США. Ущерб от наводнений в результате аварий плотин различен и по отдельным оценкам составляет от I до 100 млн долл. и выше. Приводятся цифры ущерба от наводнений такого рода в США, Франции и СССР. Описывается практика страхования больших плотин.

44. GRUNER EDWARD

The mechanism of dam failure. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 12, p. 197-206.

(англ.)

Механизм разрушения плотин.

В докладе отмечается, что более 1/3 аварий плотин происходит в результате недоучета свойств оснований. Около 1/3 аварий обусловлено неправильным выбором расчетной обеспеченности сбросного расхода, остальная треть вызвана различными другими причинами.

Автор отмечает, что в настоящее время нет достаточно полных обобщений по авариям плотин. Описания повреждений или аварий, появляющиеся в литературе, обычно неполны и неясны. Основываясь на доступной информации, можно перечислить около 400 крупных аварий. Рассматриваются возможные причины аварий плотин.

45. GRZYWIENSKI A.

Failure of conventional dams by overtopping. - Proc. Instn Civ. Eng., 1971, v. 48, Jan., p.35-50.

(англ.)

Аварии каменных плотин при переливе через них волны.

Венский технологический институт выполнил гидравлические испытания каменной плотины высотой более 100 и на основной модели в масштабе 1:500. Исследовались аварии, связанные с переливом через плотину, действием волн и местными нарушениями тела плотины, например, при военных действиях. Изучалось действие ударной волны при неожиданном полном разрушении плотины и при постепенном прогрессирующем разрушении. Рекомендуется при проектировании плотины создавать водохранилища возможно большего резервного объема, поднять высоту плотины над проектной отметкой, соорудить дополнительные сбросы и т. д.

46. GUERRERO y TORRES JEHOVÁ

Efecto destructivo del aire disuelto en corrientes de agua de alta velocidad. - Ing. hidrául. Méx., 1969, v. 23, N 4, p. 390-396, 335, 338, 341. (исп.)

Разрушительное воздействие растворенного в воде воздуха на гидротехнические сооружения.

Кратко описываются случаи разрушения водосбросных сооружений крупных гидроузлов в США, Мексике и Испании. Предполагается, что причиной разрушения бетона и арматуры в зонах сопряжения быстротоков и водосливной грани плотин с горизонтальным основанием являются многочисленные "взрывы" освобождающихся пузырьков воздуха, вовлеченного в поток и растворенного в воде. Отмечается неполноценность модельных испытаний в связи с невозможностью воспроизведения на гидравлической модели процесса аэрации потока на быстротоке, а также создания центробежного давления, необходимого для растворения воздуха в воде. Предполагается, что наилучшей формой кривой сопряжения наклонной грани с горизонтальным основанием является синусоида.

47. HAMILTON DOUGLAS H., MEEHAN RICHARD L.

Ground rupture in the Baldwin hills. - Science, 1971, v. 172, N 3981, p. 333-344. (англ.)

Прорыв водохранилищ в результате нарушений в грунте, связанных с разработкой нефтяного месторождения.

В декабре 1963 г. произошел катастрофический прорыв воды в основании, а затем через дамбу, ограждающую водохранилище Болдуин-Хилз (США). Водоохранилище площадью 8,1 га, глубиной 21,3 м с глиняно-асфальтным покрытием, содержащее в момент катастрофы около 950 тыс м³ воды, опорожнилось в течение нескольких часов, затопив городские кварталы и разрушив 277 жилых домов. В асфальтовом покрытии образовалась крупная трещина, притянувшаяся от места

прорыва через весь бассейн и в виде тонкого следа далеко за пределами по территории нефтяного поля. После катастрофы установлено, что эта трещина связана с выходом на поверхность сброса плейстоценового или более позднего возраста, по которому произошла подвижка, вызвавшая разрыв водонепроницаемого ложа бассейна толщиной 3 м, а затем и катастрофу.

48. HANS WERNER KOENIG

Damage of the Sorpe dam by vibrations and repair work.-
Neuvième Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. IV,
Question 35, Rapport 29, p. 485-498. (англ.)

Повреждение плотины Сорпе в результате бомбардировок и ее восстановление.

Плотина Сорпе, построенная в долине реки Рур (ФРГ) в период с 1929 по 1934 гг., дважды подвергалась бомбардировке в 1943 и 1944 гг. Земляная плотина с глиняным ядром имеет высоту 69 м, длину 700 м и толщину у основания 307 м. В центре плотины между глиняным ядром и низовой призмой расположена тонкая подпорная бетонная стенка. У основания плотины на несколько метров выше дна долины проходит смотровая галерея. Для контроля за плотинной бетонной стенке установлена система дренажных труб. Со стороны левого берега через плотину проходит донный водоспуск в виде туннеля из неармированного бетона. Он проходит через бетонную стенку и жестко с ним соединен.

Во время первой бомбардировки в 1943 г. был значительно поврежден только гребень плотины. В 1944 г. плотина получила существенные повреждения от взрыва тяжелых бомб (6 тонн), которые коснулись в основном зоны плотины выше донного водоспуска. В результате взрывов в бетонной стенке образовались трещины; донная галерея была заполнена водой; вода проникла в глиняное ядро и сильно размыла связанный грунт, образовалась обширная сеть путей фильтра-

ции, заполненных песком и гравием. Был размыт также грунт основания.

В докладе дано подробное описание работ по восстановлению и укреплению плотины, выполненных в 1958-1960 гг.

49. HORNINGER G.

Die Auswirkung von Erdbeben und rezenten Krustenverstellungen auf Talsperren. - Bauingenieur, 1967, Bd 42, N 10, S. 355-362. (нем.)

Воздействие землетрясений и современных деформаций земной коры на плотины.

Изучение (по литературным источникам) воздействий землетрясений и сопровождающих их деформаций земной коры на плотины во многих странах мира, включая и зоны наибольшей сейсмической активности, показало ограниченность возникающих вследствие землетрясений повреждений, редко приводящих к катастрофическим последствиям даже при 8-9 балльных землетрясениях. Отмечается, что на континенте Европы неизвестны случаи существенных повреждений плотин вследствие землетрясений; во всем мире землетрясения также крайне редко являются причиной разрушения плотин. По статистическим данным за последние 145 лет землетрясения явились причиной только 1% разрушений плотин; если некоторые плотины за пределами Европы и претерпели серьезные повреждения вследствие землетрясений и их дальнейшая эксплуатация стала невозможной, то ни в одном случае такие повреждения не явились причиной образования волны прорыва. Имеющиеся детальные данные об авариях плотин вследствие землетрясений показывают, что они происходили лишь в случаях возведения плотин в неблагоприятных геологических условиях (при наличии зоны тектонических нарушений непосредственно в основании плотин).

50. ICOLD executive in Australia. - Water Power, 1972, v. 24, N 6, p. 197. (англ.)

Заседание Международной Комиссии по большим плотинам в Австралии.

На заседании Комиссии по большим плотинам, состоявшемся в 1972 г. в г. Канберре с участием более 100 делегатов, рассматривались вопросы разрушения и повреждения плотин, влияния на гидросооружения землетрясений, методы наблюдения за работой гидросооружений и др.

51. International Congress on large dams. 3. Behaviour and deterioration. - Internat. Constr., 1968, v. 7, N 1, p. 8-15. (англ.)

Международный конгресс по большим плотинам (Стамбул, Турция, 1967 г.). 4. Ш. Поведение плотин и разрушение во времени.

Доклады по этому вопросу охватывают исследования, начиная с проектирования и кончая в некоторых случаях рассмотрением аварий. Указывается, что причиной аварии могут быть неправильное зонирование материалов в земляных плотинах, неудачный подбор фильтров, неправильный выбор подземного контура плотины, недостаточная способность грунтов основания и т.д. Для обеспечения долговечности бетона в плотинах необходимо: подбирать заполнители в таком соотношении, чтобы был наименьшим объем пор и в связи с этим минимальный расход цемента; употреблять состав с минимальным водоцементным отношением; использовать воздухововлекающие добавки, повышающие морозоустойчивость бетона; применять вибрирование бетона для обеспечения его высокой плотности; обеспечить уход за бетоном во избежание его раннего высыхания и неполной гидратации; обеспечить жесткий контроль за качеством бетона. Важным является проведение постоянных наблюдений за состоянием сооружений как

визуальных, так и инструментальных. Ряд докладов посвящен описанию натуральных исследований и применяемому контрольно-измерительному оборудованию, вопросам борьбы с чрезмерной фильтрацией, ремонту облицовок плотин и другим вопросам ремонта.

52. International Conference on Large Dams, part 1: safety. - Internat. Constr., 1967, v. 6, N 11, p. 2-11. (англ.)

Международный Конгресс по большим плотинам. Ч.I. Вопросы безопасности.

Статистика показывает, что из 10 тыс. существующих и проектируемых плотин одна разрушится. Вопрос безопасности плотин, обсуждавшийся IX Конгрессом (1967 г. Стамбул, Турция), тем более важен, что плотины строятся все

выше, объемы водохранилищ сильно возрастают, а условия основания становятся хуже по мере исчерпания благоприятных створов. Дан краткий обзор докладов по этому вопросу, посвященных в основном изучению свойств оснований и мерам обеспечения безопасности сооружений. Кратко рассмотрены некоторые методы исследований оснований с примерами применяемой аппаратуры и полученных результатов. Кратко рассмотрены меры безопасности, такие как устройство дренажа и противофильтрационных завес и т.д.

53. JANSEN ROBERT B.

Evaluation of dam safety in California. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1967, v. 93, N SM3, p. 23-36. (англ.)

Вопросы безопасности при проектировании плотин в Калифорнии.

В Калифорнии проведено профилактическое обследование состояния 1054 существующих плотин. Выявлено неблагоприятное состояние некоторых из них, в основном построен-

ных давно и с использованием старой техники исследований, проектирования и возведения сооружений. Трещиноватость, деформирование и снижение прочности бетонных арочных плотин объясняется разрушением бетона в результате водной агрессии. Недостаточно стабильны опоры многоарочных бетонных плотин, возведенные без железной арматуры много лет назад и в настоящее время сильно трещиноватые. Даже относительно слабые сейсмические толчки могут вызвать их разрушение. Состояние гравитационных бетонных плотин ухудшилось в результате появления взвешивающего давления из-за интенсивной фильтрации под плотиной через сильно трещиноватые породы, залегающие в основании. При обследовании 800 земляных плотин неблагоприятное состояние отмечено у 100 (намывных, насыпных и из каменной наброски). Это объясняется наличием трещиноватых растворимых пород в основании, рыхлым сложением и высокой влажностью материала, слагающего плотины. Отмечается хорошее состояние большинства каменнонабросных плотин. Приводятся рекомендации для ликвидации выявленных дефектов. Подчеркивается необходимость учета при проектировании и возведении плотин степени сейсмичности района.

54. JANSSEN ROBERT B.

Behaviour and deterioration of dams in California. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, Comptes-rendus, v. 3, Rapport 25, p. 435-456. (англ.)

Поведение и повреждение плотин в Калифорнии.

Авария, происшедшая на водохранилище Болдуин Хилз в Калифорнии в 1963 г., способствовала проведению в 1964-1966 гг. по обширной программе обследований большого количества плотин Калифорнии. Из обследованных плотин различного типа состояние 139 было признано внушающим опасения. К числу основных причин повреждения ряда плотин относятся сейсмические воздействия, а также слабые и нена-

дежные грунты основания. В ряде арочных плотин Калифорнии были обнаружены повреждения, вызванные взаимодействием щелочей цемента с заполнителями. В результате этого взаимодействия имели место появление трещин на поверхности бетона и снижение прочности бетона. При обследовании нескольких многоарочных плотин обнаружены трещины вследствие перенапряжения в контрфорсах, в которых отсутствовала арматура. В более худшем состоянии оказались намывные плотины, построенные 40-50 лет тому назад. Тело плотин оказалось недостаточно плотным, в нем произошли неравномерные осадки. Фильтрация в теле плотины была значительной. Две такие плотины были сильно повреждены землетрясением в 1952 г.

55. JERZY SOBSZAK

Mata cementacja. - Gospodarka Wodna, 1969, N 11, p. 417-421. (польск.)

Ремонт тела плотины.

Приведены материалы по цементации бетонной плотины в Вапенице; способы обнаружения фильтрационных ходов и каверн в бетоне, определения их емкости; технология цементационных работ. Увеличение фильтрации через тело плотины привело к необходимости создания цементационной завесы в плотине и проведения уплотнения тела путем заполнения каверн и перекрытия местных путей фильтрации.

56. JOVANOVIĆ L., KUJUNDŽIĆ B., MIJANOVIĆ R.

Large dam observation in Yugoslavia. - Saopst. Inst. vodoprivr. J. Černi, 1969, v. 14, N 45, p. 21-29. (англ.)

Наблюдения за высокими плотинами в Югославии.

За период с 1879 по 1944 г. во всем мире зарегистрированы аварии 308 плотин, в большинстве случаев из-за недостаточной пропускной способности водосбросных сооружений

или из-за плохого качества основания. С 1900 г. по настоящее время зарегистрировано 220 случаев разрушения плотин. За последние 10 лет в результате аварий на плотинах Мальпассе и Вайонт погибло более чем 3700 чел. 1-го мая 1966г. давлением наносов, сбрасываемых в водохранилище с флотационной фабрики, была разрушена плотина Врака в Болгарии, в результате чего волны высотой 8-14 м разрушили более 150 зданий, погибло 96 чел. Такие международные организации, как ЮНЕСКО и Комиссия по большим плотинам, создали специальные комиссии по разработке методики и способов наблюдений за работой и состоянием плотин и по разработке соответствующей аппаратуры. Югославский национальный комитет по большим плотинам создал для этой цели Подкомитет по наблюдению за плотинами. В настоящее время в Югославии ведутся наблюдения на 38 плотинах.

57. KARASZEWSKI WLADYSLAW

Katastrofalne skutki zmian lokalnego obciążenia skorupy ziemskiej pod wpływem dzieł techniki. - Prz. geol., 1971, v. 19, N 7, p. 360-361. (польск.)

Катастрофические последствия изменений местных нагрузок на земную кору под влиянием технических сооружений.

Приводятся примеры, когда в результате заполнения подземных или поверхностных водохранилищ (естественных или искусственных) происходят сейсмические толчки с магнитудой до 6 и выше. Эти толчки приводят к большим разрушениям и человеческим жертвам. Такие явления наблюдались после заполнения водохранилища Койна в асейсмическом районе к юго-востоку от Бомбея (1967 г.); при заполнении крупнейшего в мире водохранилища Кариба на границе Замбии и Южной Родезии (1963 г.); после заполнения водохранилища, созданного плотиной Кремасла в Греции (1967 г.) и др. По последним данным с сейсмическими толчками искусственного происхождения связывают и грандиозную катастрофу на

плотине Вайонт в Италии (1963 г.). По Мюллеру, возможность катастрофических последствий наступает при высоте столба воды, превышающей 100 м.

58. KOLB HUBERT

How unsafe are hydro plants? - Energy Internat., 1964,
v. 4, N 2, p. 15-18. (англ.)

Аварии на ГЭС и гидротехнических сооружениях.

Рассматриваются различные причины аварий гидротехнических сооружений. Одной из главных причин разрушения плотин является недостаточная несущая способность грунта основания или неблагоприятное распределение усилий по контакту между основанием и сооружением. Однако сами по себе эти факторы могут и не быть непосредственной причиной разрушения плотины, но в совокупности с такими явлениями, как подвижки грунта основания, выветривание материала основания и плотины, засорение дренажа, увеличение фильтрации в основании плотины, эрозия грунта основания и т. п., могут стать причиной разрушения плотины. Другая распространенная причина разрушения плотины - недостаточный объем геологических изысканий, расходы на проведение которых часто неоправданно сокращаются. Необходимо шире внедрять научные методы проведения изысканий (сейсмические, ультразвуком и т.п.), как это имеет место в разведке нефтяных и газовых месторождений. Главной причиной разрушения бетонных обделок напорных туннелей является слишком быстрое опорожнение туннеля, вследствие чего создается избыточное давление воды в порах бетона обделки. Поэтому продолжительность опорожнения напорных бетонных туннелей должна быть 5-10 дней. Применение металлической облицовки обделки туннелей уменьшает опасность ее разрушения, но увеличивает стоимость I пог. метра облицовки туннеля. Опасность коррозии металлической облицовки можно уменьшить в результате заблаговременного устройства "анод-

ной защиты облицовки". Рассматриваются причины аварий на ГЭС (прорыв напорных трубопроводов, аварии в системах воздухо- и маслоснабжения, отказ в работе системы дренажа ГЭС и т. п.).

59. KOKUBU M., OHASHI K., TAKEY S., KANAIWA A.,
MURATA S.

Examples of deterioration from frost damage of surfaces of concrete dams. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 3, p. 31-51. (англ.)

Случаи повреждения морозом наружных поверхностей плотин в Японии.

В Японии с 1950 по 1965 г. построено около 92 бетонных плотин высотой 60 м и более. Наиболее тонкая из них арочная плотина имеет высоту 186 м, наибольшая по объему гравитационная плотина имеет объем 1,95 млн м³.

Все эти построенные сравнительно недавно сооружения имеют мало повреждений. Однако в стране имеется ряд бетонных плотин, построенных до 1945 г., на которых обнаружены значительные разрушения поверхностей. Климат Японии не очень суровый, и хотя в последние годы плотины строились в горных районах на значительной высоте, климатические условия в общем мало отличаются от условий районов плотин, построенных ранее, на меньших отметках. Вода рек страны, за небольшим исключением, не агрессивна по отношению к бетону. Поэтому различие в состоянии плотин, построенных до 1945 г. и после 1950 г., почти целиком вызвано недостатками в проектировании и технологии бетона, а также и в методах строительства.

В докладе приведены примеры повреждения плотин Марунума, Онбара, Сукенобу.

60. LEBINGER WILLI

Massnahmen zur Überwindung der Hochwasserfolgen nach den Katastrophenereignissen der Jahre 1965 und 1966. - Österr. z. Elektrizitätswirtschaft, 1968, Bd 21, N 10, S. 710-716. (нем.)

Мероприятия по преодолению последствий катастрофических паводков на строительстве гидроузла на р. Драве в Австрии.

На строительстве гидроузла Фейштриц катастрофическими паводками 1965 и 1966 гг. затоплялись котлованы плотины и ГЭС. Несмотря на это и на исключительно раннее наступление зимы в 1965 г. с высоким снежным покровом и обледенением дорог главные договорные сроки плана строительства были выдержаны благодаря продуманному плану производства работ: были применены добавочные насосы, усилен парк подъемных механизмов, бетонные работы, намеченные на осень 1965 г., перенесены на зиму, устроены тепляки и т.д., на время откачки и очистки котлованов плотники, арматурщики и бетонщики переводились на работы, по первоначальному плану отнесенные к второочередным, введена 2-сменная работа со сверхурочными часами. Работы были окончены в сроки, необходимые для отвода реки.

61. LEPS THOMAS M.

Discussion on the paper "Seismic failures of Chilean tailing dams by Ricardo Dobry and Leonardo Alvarez. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1968, v. 94, N SM3, p. 809-810. (англ.)

Дискуссия ПО статье Dobry Ricardo Alvarez Leonardo: "Разрушение дамб в результате землетрясений в Чили.

62. MALASIEWICZ ANDRZEJ

Erozja kawitacyjna betonu hydrotechnicznego. - Rozprawy hydrotechniczne, Polska, 1969, N 25, p. 177-193. (польск.)

Кавитационная эрозия гидротехнического бетона.

Течение воды с большой скоростью по поверхности бетона связано с появлением ряда деструктивных процессов, из которых наибольшее разрушение вызывает действие кавитации. О размерах деструктивной деятельности кавитации может свидетельствовать пример Супхумской плотины на реке Амноккан. С поверхности водосливов этой плотины в течение 12 лет эксплуатации в результате действия кавитации вырвано было 10560 м³ бетона. Глубина некоторых выемок доходила до 2,4 м.

63. McHENRY DOUGLAS, OLESON CALVIN C.

Pulse velocity measurements on concrete dams. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 5, p. 73-88. (англ.)

Измерение импульсационной скорости в бетонных плотинах.

Ассоциация по портландцементу (США) провела исследования на 29 бетонных плотинах. Десять из них являются предметом обсуждения в настоящем докладе. Исследования показали, что бетон большинства плотин хорошего качества, однако некоторые плотины имеют поверхностные трещины или другие повреждения.

Отмечается случай неправильного распределения цемента по зонам в плотине Арроурок. В качестве вяжущего была применена смесь портландцемента и молотого гранита в соотношении 55:45 для внутренней части и 66:34 для бетона наружной зоны. К 1937 г. часть поверхности плотины со стороны нижнего бьефа оказалась поврежденной на глубину 15-20 см.

64. MIKUCKI z.

W sprawie badań i pomiarów kontrolnych budowli wodnych. - -
Gospodarka Wodna, 1966, N 5, p. 188-191. (польск.)

Об исследованиях и контрольных измерениях на гидротехнических сооружениях.

Причины аварий некоторых гидротехнических сооружений. Новейшие методы испытаний моделей и наблюдения за эксплуатационными сооружениями. Применяется аппаратура. Организационные рекомендации.

65. MURTI N. G. K.

Write up on Коупа. - Irrigat. and Power, 1968, v. 25, N 2,
p. 243-246. (англ.)

Землетрясение в районе плотины Койна в Индии.

Описание топографических и геологических условий района и створа гравитационной плотины Койна на одноименной реке в бассейне реки Кистна высотой 85 и длиной 740 м в связи с прошедшими там землетрясениями в сентябре и декабре. 1967 г. Рассмотрены поведение плотины во время землетрясения и происшедшие в ней повреждения.

66. MIODUSZEWSKI WALDEMAR, WOLSKI WOJCIECH

Zmiany własności gruntów w rdzeniu zapory ziemnej w
Tresnej stwierdzone wierceniami kontrolnymi. - Gospodarka
wodna, 1968, v. 28, N 10, p. 385-387. (польск.)

Изменение характеристик грунтов в ядре плотины Тресна.

Представлены результаты исследования состояния и характеристик грунтов в ядре земляной плотины Тресна по пробам грунта, взятым из четырех контрольных скважин в апреле-июне 1966 г. спустя полтора года после окончания строительства. Исследования показали наличие большого количества трещин и выщерблений.

67. MURTI N. G. K.

Khadakwasla, the oldest masonry dam in India. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, Comptes-rendus, v. 3, Rapport 53, p. 895-915. (англ.)

Плотина Хадаквасла, самая старая плотина из каменной кладки в Индии.

Плотина Хадаквасла из каменной кладки на известковом растворе была построена в 1870 г. Высота плотины около 30 м, длина 1500 м. Она имеет более тонкий профиль, чем плотины, строящиеся в настоящее время. В расчет не было принято взвешивающее давление и растягивающие напряжения в плотине были порядка 4 кг/см² при заполненном водохранилище. В течение 80 лет плотина успешно противостояла высоким паводкам, превышающим расчетные. В 1961 г. во время катастрофического паводка она была частично разрушена и потребовала больших ремонтных работ. Во время восстановительных работ были изучены свойства материалов, из которых была возведена плотина.

68. Nanaksagar Dam breach. - Water Power, 1968, v. 20, N 2, p. 48. (англ.)

Прорыв плотины Нанакзагар (Индия).

69. NICOL T. B., BAIRD J. M., CAMIGLIERI W., CARTER P.J.

Deterioration problems at Avoon Dam. - IX Congrès des Grands Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 42, p. 713-730. (англ.)

Повреждения плотины Авон.

Плотина Авон расположена в 96 км от Сиднея (Австралия). Эта гравитационная, криволинейная в плане, плотина возведена из крупных блоков песчаника, утопленных в бетон.

Высота плотины 71,6 м, длина 222 м. В плотине не было устройств для снятия противодействия, и вскоре после постройки в 1927 г. в ней стали появляться различные повреждения. Кроме того, в плотине было обнаружено сильное выщелачивание извести мягкой воды, фильтрующей из водохранилища. В среднем было установлено, что вынос извести достигал 31% от ее полного количества в бетоне, что сопровождалось соответственным снижением прочности бетона.

70. PELLIS H. N. F.

Reinforcement of rockfill dams in South Africa. - Proc. 7th Internat. Conf. Soil Mech. and Found. Eng., México, 1969, v. 2, México, 1969, p. 345-348. (англ.)

Армирование каменнонабросных плотин в ЮАР.

Рассматривается опыт армирования каменнонабросных плотин в целях защиты их от размыва при переливе воды через гребень в период строительства. В ЮАР этот метод впервые был применен при возведении каменнонабросной плотины с глиняным экраном Бридл Дрифт. В целях защиты незаконченной насыпи, низовой откос плотины был защищен стальной сеткой. Крепление сетки к каменной наброске осуществлялось при помощи анкеров длиной от 9 м вверху насыпи до 44 м внизу, закрепленных между 3 м слоями наброски. Во время паводка весной 1967 г. в результате перелива воды через гребень незаконченной и неполностью закрепленной насыпи в незащищенной ее части образовались промоины шириной до 30 м. Всего было смыто 36000 м³ материала, что составляло 14,5% общего объема насыпи, уложенной до паводка. В результате анализа последствий паводка было установлено, что причинами разрушений были недостаточная прочность сетки (слишком легкая) и неправильная методика укладки и уплотнения насыпи, в результате которой на поверхности каждого укладываемого слоя скапливался мелкий легко размываемый материал, облегчавший путь для потока. В результате этого опыта была разработана более надежная техника крепления и укладки материала.

71. Permanent strengthening of Koyna dam suggested. - Indian J. Power and River Valley Developm., 1969, v. 19, N 2, p. 83-84. (англ.)

Усиление плотины Койна.

Специальная комиссия, назначенная министерством энергетики и ирригации Индии, изучила действие сильных землетрясений в конце 1967 г. на плотину Койна. В бетонной арке и обделке галерей подземного машинного помещения появились трещины, в других сооружениях гидроузла повреждений не обнаружено. Комиссия полагает, что верх плотины, особенно в ее высокой части, подвергся резким колебаниям под действием сейсмических сил, в 10 раз превысивших принятые в расчете при проектировании плотины, причем это не было результатом влияния водохранилища. В районе разрушено много домов и повреждены другие сооружения. Комиссия не согласилась с существующим мнением, что западная часть полуострова сейсмически безопасна. Комиссия рекомендовала срочно приступить к усилению плотины, учитывая возможность повторения землетрясений такой же силы, а на время намеченных работ, которые должны проводиться не менее двух лет, держать горизонт воды в водохранилище на возможно низком уровне. Также рекомендовано развить сеть сейсмических станций и организовать специальный научно-исследовательский институт для координации сейсмических исследований. Отмечена необходимость сотрудничества с соответствующими организациями ЮНЕСКО, СССР и Японии.

72. PETER PAVEL

Schädigung und Erosionserscheinung an dam Erd- und Stein-
damm Hrinöva. Damage and erosion phenomena on the earth rock
dam at Hrinöva. - Eur. Civil Eng., 1971, N 1, p. 8-16. (нем.,

англ.)

Повреждения и эрозионные явления в полубросной плотине
Гринева (ЧССР).

Описаны повреждения полунабросной плотины объемом 8,2 млн м³ - оползание откосов и разрыхления в ядре. Деформации вызваны скоплением в теле плотины воды, просочившейся по зонам нарушения внутри и вокруг глинистого ядра. В результате этого, а также из-за засорения дренажа у откоса плотины внутри насыпи возникло значительное гидростатическое и гидродинамическое давление. Комплексными исследованиями, включающими электро и радиоизотопные измерения, установлено, что в теле плотины скопилось ~ 12800 м³ воды. Наиболее слабым местом оказались песчаные слои фильтра. Повреждения плотины и снижение ее устойчивости произошли из-за ее неправильной отсыпки и неграмотно проведенных буровых работ, приведших к намыванию песка из фильтрационного слоя.

73. PETER PAVEL

Filtračné poruchy ako príčina havárie na priehrade Hrinčová. - Inžen. stavby, 1968, v. 16, N 2, p. 49-54. (словац.)

Фильтрационные дефекты как причина аварии части плотины Гринева (ЧССР).

Земляная насыпная плотина на реке Слатина высотой 50 м образует водохранилище емкостью 8,5 млн м³. Его наполнение началось 15 ноября 1965 г., когда плотина еще не была готова. Признаки возможной аварии появились весной 1966 г., когда из труб поперечного дренажа начал вместе с водой вытекать песок. Непосредственной причиной аварии была вода, проникшая в плотину и образовавшая в ней подобие резервуара с дном из водонепроницаемого слоя. Дальнейшее расширение аварии было предотвращено прочисткой занесенного песком дренажа, опорожнением водохранилища и резервуара и уплотнением откосов плотины. Водоохранилище в июне 1966 г. было опять наполнено, но следы аварии в виде деформации гребня и откосов плотины остались. Рекомендуются мероприятия по предотвращению подобных аварий, в

том числе ограничение скорости повышения уровня водохранилища не более чем на 15-30 см в день; предпочтение речного песка дробленому материалу; производство работ и организация наблюдений под руководством специалистов.

74. PETER PAVEL

K havàrii funkeného objektu vodného diela Hostice -
Inžen. stavby, 1967, v. 15, N 1, p. 13-16. (словацк.)

К аварии водоспуска гидроузла Гостиче.

На небольшой земляной плотине произошла авария бетонного донного водоспуска вследствие осадки выходной части оголовка водоспуска. Основными причинами аварии явились: а) расположение водоспуска на тонкой илистой и песчаной прослойках (подстилаемых скальным основанием); в результате произошли неравномерная осадка и раскрытие деформационных швов; б) последующая суффозия мелкозернистого грунта основания водоспуска (вынесено в нижний бьеф 10 м³ грунта). Приведены геотехнические характеристики мягких грунтов и результаты расчетов деформаций.

75. PETIT P., SERNA R., NAVARRO H.

Reparation des fissures du barrage d'Erraguène (Algérie). - Travaux, 1971, N 441, p. 34-37. (франц.)

Заделка трещин на плотине Эррагэн.

Многоарочная бетонная плотина Эрраген длиной по гребню 530 м, максимальной высотой 86 м и общим объемом бетона 260 тыс м³ преграждает реку Джен-Джен в 50 км от г. Бужи. В течение первых лет эксплуатации был обнаружен ряд трещин на гранях арок и в швах между арками и контрфорсами, неуплотненных в процессе строительства. Работы по уплотнению трещин были выполнены в 2 очереди: с октяб-

ря 1969 г. по июль 1970 г. и в апреле-мае 1971 г. Всего было уплотнено 1500 и трещин по верховой и 2000 м по низовой грани плотины. Все трещины, в особенности верхние, носили активный характер. Был принят следующий метод уплотнения : на верховой грани верхние трещины заделывались силикатной мастикой Silastene B, гибким долговечным материалом, хорошо сопротивляющимся температурным изменениям, а на низовой - инъекцией силикатно-акриловой смолы; нижние трещины уплотнялись с обеих граней инъекцией раствора эпоксидной смолы. Для возможности уплотнения трещин верховой грани уровень воды в водохранилище был понижен до порога водослива. На низовой грани уплотнению предшествовало удаление разрушенного бетона до арматуры и локализация источников просачивания воды. Уплотнение трещин в целом дало положительные результаты.

76. PFAFF, POUSSE, BEAUJOINT, COMBELLES, TAILLEBOT

La fissuration des contreforts du barrage de Grandval et leur renforcement par mise en place des vérins actifs. - 10ème Congrès des Grands Barrages, Montréal, 1970, Question 39, R. 15, v. IV, p. 273-307. (франц.)

Образование трещин в контрфорсах плотины Гранваль и усиление контрфорсов с помощью активных домкратов.

Плотина Гранваль высотой 80 м является многоарочной плотиной с пролетом арок 50 м. Уклон верховой грани контрфорсов равен 0,7, а низовой - 0,4. В первые годы эксплуатации наблюдалось появление и развитие трещин в двух центральных водосливных контрфорсах. В частности, были разрушены многочисленные штрабы, служащие для соединения блоков контрфорсов. Измерения на плотине, исследование методом фотоупругости и теоретические расчеты показали, что трещины производились вследствие значительных растягивающих напряжений, вызванных очень небольшим низовым уклоном. Расчеты устойчивости показали также, что эти нарушения могли

быть опасными. В докладе дано описание проекта и работ по усилению сооружения, которые включают увеличение основания двух центральных контрфорсов, заставляя участвовать в устойчивости их низового блока, который был удлинен. Для компенсации ползучести бетона и скалы основания были установлены домкраты выше новых оснований и в месте соединения нового блока с плотиной. Работы, выполненные с июня по декабрь 1966 г., приостановили образование и развитие трещин в двух центральных контрфорсах. В докладе приведены результаты измерений, выполненных на сооружении после усиления в течение двух лет эксплуатации.

77. PIRTZ DAVID, STRASSBURGER ARTHUR G., MIELENZ RICHARD C.

Investigation of deteriorated concrete arch dam. - Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1970, v. 96, N P01, p. 23-38. (англ.)

Разрушение бетона арочной плотины.

Арочная плотина Драм Афтербей построена в 1924г. на реке Бэр в Калифорнии (США). Высота ее 29 м, длина по гребню 9В м, ширина по верху 2,1 м, по основанию 6,4 м; максимальные расчетные напряжения сжатия 25,5 кг/см². Плотина находится в умеренных климатических условиях с сильными дождями, частыми сменами положительных и отрицательных температур; среднемесячная температура колеблется от 2,2 до 21°С, максимальная температура +35°С, минимальная 4,4°С. С 1944 г. велись исследования состояния бетона плотины. Кроме того, были выполнены поверочные расчеты напряженного состояния плотины по методу круговой арки без учета консольного эффекта из-за ослабления плотины скалыванием во время ремонтных работ 1965 г. Наблюдения и расчеты показали, что действительные напряжения в плотине больше проектных и, следовательно, коэффициент запаса в ней ниже нормативного. Было решено прекратить всякие ремонтные работы и строить новую плотину в непосредственной близости от старой.

78. Raising and strengthening gravity dams by anchor stressing. - Internet. Constr., 1967, v. 6, N 3, p. 8-11. (англ.)

Нарращивание и усиление плотин с помощью предварительно напряженных анкеров.

Одним из последних примеров усиления гравитационных плотин предварительно напряженными анкерами является плотина Тулси в Индии высотой 27,4 м, построенная еще в 1897г. Тело плотины сложено из бутовой кладки на известковом растворе. Устойчивость плотины была обеспечена с помощью 63 анкеров, каждый из которых состоял из 102 проволок диаметром 5 мм. Рассматриваются некоторые аспекты наращивания плотин.

79. RAMIENGAR A. S.

The geological paradox of the Koynanagar earthquake. - Indian J. Power and River Valley Developm., 1968, v. 18, N 1, p. 1-4, 14. (англ.)

Геологические причины Койнанагарского землетрясения.

Отмечается, что землетрясение не причинило вреда плотине Койна, в то время как прилегающая к ней часть города была разрушена.

80. Recommandations concernant les barrages-réservoirs.- Paris, Unesco, 1967, 35 p. (англ.)

Рекомендации по проведению мероприятий для предупреждения аварий водохранилищных плотин при строительстве и эксплуатации.

81. Record cofferdam beats slippage. - Engng News-Rec., 1968, v. 180, N 23, p. 52, 57. (англ.)

Авария ячеистой перемычки (на строительстве гидроузла Каннелтон в США).

На строительстве гидроузла на р. Огайо по проекту Корпуса военных инженеров при возведении фундаментов быков плотины вместо кессонов применили открытый способ работ. Так как материковая порода находится на большой глубине (49 м), было принято 2-ступенчатое ограждение котлована. Перемычки были сооружены из металлических шпунтовых ячеек диаметром 18,5 м. Внешние перемычки состояли из 37 ячеек и ограждали котлован размером 350 × 175 м. Ячейки выдерживают напор воды 18,3 м и погружены в аллювиальные отложения до глинистого сланца на глубину 20,5 м. Внутренние перемычки построены из 29 ячеек и обеспечивают ограждение площадки размером 230 × 42,5 м. Шпунт этих перемычек также забит до глинистого сланца. После удаления из внутреннего котлована аллювиального грунта и начала разработки 6-м толщи глинистого сланца началось обрушение стенок котлована и смещение ячеек во внутрь котлована. Для предотвращения разрушения перемычек строители заполнили котлован водой и отсыпали в него песок, образовав в котловане слой песка толщиной 6-11 м. В дальнейшем выемку песка и сланца производили под защитой металлического шпунта, забитого по периметру котлована до материковой скалы. На сооружение перемычек израсходовано 25500 м металлического шпунта.

82. RICHTER H.

Verstärkungs- und Sicherungsmassnahmen an der Aggertalsperre. - Wasserwirtschaft, 1968, 58, N 7, S. 214-216. (нем.)

Ремонт и усиление плотины Аггер (ФРГ).

Массивная бетонная плотина Agger построена в 1928-1929 гг. Во время эксплуатации из-за плохого качества

бетона и отсутствия защитного покрытия лицевая грань плотины оказалась сильно поврежденной. Было решено покрыть лицевую грань железобетонной плитой толщиной 28 см с прокладкой между старым и новым бетоном гибкого бесшовного изолирующего слоя 12 см. Анкеры размещались по квадратной сетке со сторонами 1 м, к ним крепились при помощи вспомогательных болтов и опалубка асфальтобетонного слоя и железобетонная плита. Экран покрывает лицевую грань плотины на всей дневной поверхности, ниже ее до ее основания устроена бетонная стенка шириной 80 см. Испытания образцов, выбуренных из экрана, показали хорошее качество выполненной облицовки плотины. При наполнении водохранилища обнаружена незначительная фильтрация через основание.

83. ROSEWELL C. J.

Investigations into the control of earthwork tunneling.-
J. Soil Conserv. Serv. N. S. W, 1970, v. 26, N 3, p. 188-203.

(англ.)

Исследование и контроль за суффозионными процессами.

Рассматривается разрушение невысоких плотин в результате подмыва, связанного с суффозией. Описание процесса фильтрации воды через грунт, выноса частиц и образования подземных промоин, идущих вдоль линий максимальных гидравлических градиентов. На основании лабораторных экспериментов предлагаются методы контроля.

84. SEED H. B., LEE K. L.

Analysis of Sheffield dam failure. - Proc. Amer. Soc.
Civil Engrs, 1969, v. 95, N SM6, p. 1453-1490.

(англ.)

Анализ разрушения плотины Шеффилд.

Анализ разрушения земляной плотины Шеффилд в результате землетрясения. Изучение основания плотины.

85. SOBCZAK JERZY

Uszczelnianie korpusu ciężkiej zapory betonowej. -
Gospod. wodna, 1968, v. 28, N 8, p. 298-302. (польск.)

Ремонт бетонной плотины.

Описаны процесс разрушения бетона фильтрационными водами, технология выполненных цементационных работ по ремонту тела бетонной гравитационной плотины и исследования по определению водопоглощения бетона.

86. STUTTERHEIM N., LAURIE I. A. P., SHAND N.

Deterioration of a multiple arch dam as a result of excessive shrinkage of aggregate. - IX Congrès des Granda Barrages, Istamboul, 1967, v. III, Rapport 14, p. 227-244. (англ.)

Повреждение бетона многоарочной плотины в результате повышенной усадки заполнителей.

Многоарочная плотина Черчилл была возведена в 1940-1943 гг. Вскоре после постройки в ней были обнаружены трещины, число и раскрытие которых постепенно увеличивались. Обследование показало, что повреждение бетона было вызвано повышенной осадкой заполнителей, полученных из песчаника местных месторождений. Так как сильное трещинообразование угрожало устойчивости плотины, в 1959 г. было решено принять срочные меры по усилению плотины. Рассматриваются различные варианты ремонтных мероприятий.

87. SWANSON W. J.

Pricelles boobs in construction. III. Marine operations. Engng and Contract Rec., 1967, v. 80, N 6, p. 78-81. (англ.)

Дорогостоящие ошибки в строительстве и проектировании.
Ч.Ш. Морское гидротехническое строительство.

Рассмотрены некоторые из встречающихся в практике строительства ошибки в проектировании и производстве работ, приводящие к авариям.

88. TAKASE K.

Statistic study of failure, damage and deterioration of earth dams in Japan. - IX Congrès des Granda Barrages, Istamboul, 1967, Comptes-rendus, v. 3, Rapport 1, p. 1-19. (англ.)

Статистический анализ аварий, повреждений и разрушений земляных плотин в Японии.

Строительство земляных плотин в Японии связано с развитием культуры риса - ирригацией земель под посевы этой культуры.

Статистический анализ основных причин аварий, разрушений и повреждений этих плотин, проведенный Министерством сельского и лесного хозяйства Японии в 1966 г., позволяет обобщить некоторые из этих причин. Из общего числа 1226 зарегистрированных различных случаев повреждений плотин 38% были обусловлены сильными дождями и вызванными ими наводнениями. Наблюдались при этом оползания откосов плотин и склонов водохранилищ, повреждения водосливов и т.п. Около 6% случаев было связано с сейсмическими воздействиями, которые также вызывали оползание откосов плотин, возникновение трещин в теле плотин и др. Отмечаются только три случая оползания откосов в связи с недоучетом порового давления.

89. Uruguay tries grouting cracks in dam. - Engng News-Rec., 1968, v. 181, N 16, p. 48-49, 51. (англ.)

Цементация трещин в бетонной плотине в Уругвае.

Подробно описывается метод цементации трещин в бетонной гравитационной плотине высотой 22 м с использованием эпоксидных составов и саморасширяющегося цемента. Вначале производилась разделка устья трещин на канавки и промывка их водой под давлением. Поверхность канавок обмазывалась эпоксидным составом и в них пробуривались короткие

скважины, в которые устанавливались металлические трубки длиной 20 см, после чего канавки заполнялись портландцементным раствором. Спустя несколько дней производили контрольную промывку трещин водой под давлением и нагнетание в полость трещины саморасширяющегося цементного раствора с химическими добавками. Для нагнетания цементного раствора применялось обычное цементационное оборудование. Метод обеспечил полное заполнение трещин, отсутствие усадки и высокую производительность ремонтных работ при невысокой их стоимости.

90. VALLARINO E., ALVAREZ A.

Strengthening the Mequinenza dam to prevent eliding. -
Water Power, 1971, v. 23, N 3, p. 104-108. (англ.)

Укрепление гравитационной плотины Мекиненса для предотвращения сползания.

Плотина расположена на р. Эбро в Испании. Длина ее по гребню 451 м, высота 77,4 м. Водослив и гидростанция расположены в русле реки. Описываются конструкции плотины, цементационных завес и дренажных галерей. Основанием плотины служат горизонтально залегающие слоистые известняки с прослоями мергеля и лигнита. После завершения строительства возникла опасность сдвижения плотины по этим прослоям и разрушения ее в связи с недостаточной прочностью флютбета в нижнем бьефе. Проведено утолщение железобетонного флютбета, созданы дополнительные цементационные завесы и дренажные скважины.

91. VARSHNEY R. S., RAHEEM M. A.

Concrete dam disasters and remedies. - Indian J. Power
and River Valley Developm., 1971, v. 21, N 7, p. 248-256. (англ.)

Повреждения бетонных плотин, их предупреждение и устранение.

Кратко изложены результаты анализа, по данным литературы, случаев разрушений, частичных повреждений и неисправностей I20 плотин в различных странах мира. Наиболее распространенной причиной аварий плотин является недостаточное внимание к условиям основания. Указывается на необходимость тщательных инженерно-геологических исследований основания и перечисляются меры для обеспечения его надежности (цементация, анкерирование, дренаж и т. д.). Рассмотрены следующие повреждения бетона: разрушения вследствие замораживания-оттаивания и химической агрессии; трещинообразование; кавитационные, эрозионные и фильтрационные разрушения. Указаны пути для предотвращения таких явлений, а также необходимые ремонтно-восстановительные мероприятия в случае их возникновения при эксплуатации сооружения. Приведена таблица с 78 классифицированными примерами разрушений и повреждений плотин, которые сгруппированы по 17 различным признакам. Из группы семи плотин, пострадавших вследствие дефектов оснований, 5 были разрушены и не восстановлены. Еще несколько плотин подверглись разрушению по другим причинам (недоучет противодействия, перелив и прочие). Во всех остальных примерах повреждения и неисправности не вызвали аварий и смогли быть устранены соответствующими мерами. Приведены краткие сведения об этих мерах. Имеются историческая справка, некоторые общие статистические сведения об аварийности плотин, соображения о надежности плотин различных типов.

92. Verbrüche in Druckstollen. - Felsmechanik und Ingenieurgeologie, 1968, Suppl. IV, S. 158-180. (нем.)

Обрушение напорных гидротехнических туннелей в период эксплуатации.

При гидравлическом испытании незакрепленного участка напорного туннеля ГЭС Каунерталь, проходящего в слоистых гнейсах, режим изменения давления при наполнении и

опорожнении туннеля примерно соответствовал режиму будущей эксплуатации туннеля. При этом произошло обрушение туннеля на отдельных участках. Подробно описываются и сравниваются условия, в которых произошло это обрушение, а также описанные ранее в литературе обрушения напорных туннелей ГЭС Кемано-Китимат (Канада), Тосан (Швеция), Хемесдал (Норвегия); сообщается о мероприятиях по ликвидации последствий обрушений.

93. WAGNER W. F., JABARA M. A.

Cavitation damage downstream from outlet works gates.- 14ième Congrès, Assoc. int. rech. hydraul., 1971, C. r. vol. 5. Sèmin. Paris, 1971, p. 93-96. (англ.)

Кавитационные повреждения за рабочими затворами.

Освещен опыт Bureau of Reclamation (США) изучения кавитационных повреждений бетонных поверхностей. Ремонт раствором с добавкой эпоксидной смолы позволяет быстро восстановить поверхности. Для сооружений с напором более 45 м предлагается металлическая облицовка из нержавеющей стали на длине 15 м от рабочего затвора. Перечислены высоконапорные плотины США, за рабочими затворами которых имелись повреждения бетонной поверхности. Указывается, что причиной повреждений является уменьшение толщины пограничного слоя за затвором и увеличение придонных скоростей.

94. WALDORF W. A.

Angat project - the leak in tunnel two. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1971, XII, v. 97, N P04, p. 799-816. (англ.)

Авария на строительстве гидроузла Ангат около Манилы (Филиппинские острова).

Анализ причин прорыва воды в деривационный туннель. Методы ликвидации аварии.

95. Wary Los Angeles settles down as engineers evaluate quake toll. - Engng News-Rec., 1971, v. 186, N 8, p. 12-13.

(англ.)

Выявление новых последствий землетрясения в Лос-Анхелесе в результате инженерного изучения.

Детальное изучение повреждения зданий и сооружений в результате землетрясения 3 февраля 1971 г. Подробные характеристики самого землетрясения и силы толчка. Детали разрушения отдельных зданий, повреждения дорог и плотин.

96. WÓJCIK, ZBIGNIEW

Katastrofy zapór wodnych Warszawa. Wyd-wa geologiczne - Muzeum ziemi pan, 1966, 81 p.

(польск.)

Аварии плотин.

97. WOLESKILL A.

Slide in the Siburua dam. - Proc. Amer. Soc. Civil Engrs, 1967, VII, v. 93, N SM4, p. 107-133, ill.

(англ.)

Оползень в плотине Сибуруа.

Анализ условий возникновения небольшого оползня в низовом откосе глиняной плотины в условиях постоянной фильтрации из водохранилища. Натурные и лабораторные измерения напряжений и регистрации отметок гребня.

СПИСОК

ПЕРЕВОДОВ СТАТЕЙ ПО АВАРИЯМ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, ИМЕЮЩИХСЯ В ГПНТБ

1. Пер. 70/18293.

Доклад контр-экспертизы о разрушении плотины Мальпассе, 17 с. - *Génie Civil*, 1966, v. 143, N 1, p. 14-20.

2. Пер. 71/41850.

Доклад контр-экспертизы о катастрофе на плотине Мальпассе, 40 с. - *Génie Civil*, 1966, v. 143, N 5, p. 99-108.

3. Пер. 72/49809.

Заделка трещин на плотине Нагавадо, 23 с.- Toshio Fujii. *Internat. Congress on Large Dams, 10th Montreal 1970. Proceedings v. 2, Question 37, Report 31, p. 147-170.* (Материал 10 Международного Конгресса по большим плотинам, Монреаль, 1970 г.)

4. Пер. 72/49677

Контроль и ликвидация трещин в бетонных плотинах, 25 с.- Bellport B. P. *Internat. Congress on Large Dams, 10th, Montreal, 1970, Proceedings, Question 39, Report 12, p. 199-217.* (Материал 10 Международного Конгресса по большим плотинам, Монреаль, 1970 г.)

5. Пер. 72/5536I.

Описание аварий плотин Flaggstaff Gully (Австралия), Eklutna (США) и водохранилищ Oros (Бразилия), Gepatsch (Австрия) по материалам Международного Конгресса по большим плотинам, 13 С. - International Congress on Large Dams, 10th, Montreal, 1970.

6. Пер. 70/12924.

Разрушение водосливных (бетонных) сооружений и плотин, 64 С. - Rao K. L. Institution of Engineers (India). Journal, 1960, v. 40, N 12, Suppl.

7. Пер. 71/39482.

Факторы, вызывающие повреждение бетона (в плотинах) и меры по предотвращению разрушений, 22 с. - Mather в. international Congress on Large Dams, 9th. Istanbul, 1967. Proceedings, v. 3, Report N 24, Question N 34, p. 419-433. (Материал 9 Международного Конгресса по большим плотинам, Стамбул, 1967 г.)

СПИСОК ПРОСМОТРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Реферативный журнал "Электротехника и энергетика",
1967 № 10-12, 1968, 1969, 1970, 1971 № 1-12, 1972 № 1-10
2. Реферативный журнал "Геология",
1967 № 10-12, 1968, 1969, 1970, 1971 № 1-12, 1972 № 10-12
3. Реферативный журнал "Механика",
1969, 1970 № 1-12, 1972 № 1-10
4. Реферативный сборник по зарубежному энергетическому
строительству. Серия: строительство гидроэлектростанций,
Информэнерго,
1968, 1969, 1970 № 1-6
5. Библиографический указатель текущей иностранной литера-
туры по строительству и архитектуре,
1968, 1969, 1970 № 1-12
6. Новости технической литературы. Строительство и архитек-
тура. Серия УП, раздел А, ЦИНИС,
1971 № 1-24, 1972 № 1-8
7. Указатель переводов ГПНТБ
1970, 1971 № 1-25, 1972 № 1-19
8. Engineering Index,
1968, 1969, 1970, 1971 N 1-12, 1972 N 1-5
9. British Technology Index,
1968, 1969, 1970, 1971 N 1-12, 1972 N 1-8
10. Applied Science and Technology Index
1968, 1969, 1970, 1971 N 1-12, 1972 N 1-8
11. Comptes-rendus du IX^e Congrès des Grands Barrages,
Istamboul,
1967, v. III.

Цена 28 коп.