

УДК 666.672

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ СТЫКОВ СБОРНО- МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мишутин А. В

Приведены результаты испытаний бетонов с комплексными химическими добавками на прочность, водонепроницаемость при исследовании долговечности и сцепления «старого» и «нового» бетонов, стыков сборно-монолитных бетонных конструкций.

Водонепроницаемость бетона относится к числу основных проблем при разработке технологии постройки сооружений из железобетона.

Исследованиями вопросов водонепроницаемости бетона занимались следующие организации: НИИЖБ, ВНИИГ им. Веденеева, ВНИИжелезобетон, ВНИИСТ, ТНИСГЭИ, ЛИВТ.

Исходя из существующих методик, а также литературных источников, следует отметить, что принимаемая марка бетона по водонепроницаемости

характеризуется своей относительной, качественной стороной, причем основным недостатком ГОСТов является отсутствие количественной связи между марками по водонепроницаемости и принятой в настоящее время многими НИИ абсолютной количественной характеристикой – коэффициентом фильтрации.

Обычные, кратковременные испытания бетонных образцов на водонепроницаемость недостаточно выявляют изменение структуры бетона во времени под воздействием фильтрующейся воды. Поэтому результаты этих испытаний не позволяют вскрыть действительный механизм фильтрации воды через бетон.

Многие исследователи предлагают следующие мероприятия, улучшающие качественную сторону существующих методик, изложенных в ГОСТах:

- марки бетона по водонепроницаемости делить согласно коэффициенту фильтрации бетона;
- при достижении максимального нормативного давления выдерживать образцы в течение 15 суток, т.е. до появления влаги на выходном торце образца.

Исследованиями по сцеплению «старого» бетона с «новым» занимались следующие организации: ЦНИИПС, Московский институт инженеров водного хозяйства, институт «Оргэнергострой», ВНИИГ им. Веденеева, НИИ Мосстроя, ЦНИИ МПС, Гидропроект им. С.Я.Жука, НИИЖБ, ВОДГЕО.

Исследования проводились на пластичных строительных бетонах, имеющих марочную прочность, не превышающую 300 кг/см².

Обобщая результаты исследований ЦНИИПСом были сделаны следующие выводы:

- наибольшее влияние на прочность сцепления оказывают условия ухода за бетоном;
- в условиях влажного хранения образцов прочность сцепления значительно выше, чем при нормальном хранении. Прочность на изгиб в условиях нормального хранения снижалась на 25% по сравнению с влажным хранением, составляя от монолита, при перерыве в бетонировании 28 дней, 40%.

Прочность сцепления на срез давала снижение в 47%, составляя от монолита 40%. Такое снижение прочности является следствием резкого усиления усадки бетона в условиях сухого хранения;

- влияние времени перерыва в бетонировании сказывается незначительно. Некоторое снижение прочности сцепления, порядка 12%, наблюдалось при семи сутках перерыва в бетонировании по сравнению с 6-часовым перерывом.

Разработка новых способов велась в следующих направлениях:

- удаление цементной пленки рулонными адсорбирующими материалами

(пара-лон, ткань, мешковина);

- удаление цементной пленки адгезионно-адсорбционными материалами (доски, металл, бетонные плиты);

- нанесение промежуточного слоя, препятствующего образованию цементной пленки;

- укладка на поверхности бетонного стыка защитного укрытия, оставляемого в теле сооружения и препятствующего образованию цементной пленки.

Сопоставление различных способов подготовки бетонных поверхностей по прочности шва-контакта приведено на рис. 1.

Результаты испытаний на растяжение методом раскалывания при различных способах подготовки шва образца приведена в табл. 1.

Таблица 1

Способ подготовки шва образца	Условия хранения	Разрушающая нагрузка при раскалываний, кг	Прочность на раскалывание по отношению к монолиту, %
1	2	3	4
Монолит (без шва)	вода	2650	100,0
Без обработки (с цементной пленкой)	вода	965	36,4
Металлической щеткой (через 1 сутки)	вода	1475	55,5
Раствор ССБ-25% и металлич. щетка	вода	1595	60,0
Металлические пластины	вода	2300	86,8
Бетонная плита	вода	2445	92,3
Деревянная доска	-	2600	98,1
Картон	-	1850	69,7
Марля 2 слоя(снята через 1 сутки)	-	1400	54,0
Марля 1 слой (оставлена в шве)	-	2520	95,1

Для исследования прочности сцепления «старого» бетона с «новым» изготавливается серия бетонных образцов размером 10x10x10 см.

Для изготовления образцов-кубов металлические формы заполняются бетонной смесью до половины высоты и вибрируются в течение 15 сек на лабораторной виброплощадке.

Твердение изготовленных образцов (половинок) производится в помещении с относительной влажностью воздуха 90% и температурой +20°C.

В возрасте бетона 14-28 дней верхняя поверхность половинок образцов обрабатывается различными способами для удаления цементной пленки и производится прибетонирование второй половины образца. Уплотнение бетона также производится на лабораторной виброплощадке в течение 15 сек.

Одновременно с изготовлением указанных образцов изготавливаются для сравнения эталонные образцы - кубы из монолитного бетона размером 10x10x10 см. Распалубка образцов производится в возрасте двух суток. Дальнейшее хранение в помещении с относительной влажностью 90% и температурой +20°C.

После достижения прибетонированным слоем бетона и бетоном кубов-эталонов 28-дневного возраста образцы испытываются на раскалывание и водонепроницаемость по стыку и монолиту.

Испытание на раскалывание производится на прессе мощностью около 15 т с помощью двух круглых металлических стержней диаметром 10 мм, устанавливаемых вдоль стыка образца.

Схема испытания на раскалывание приведена на рис. 2.

Для оценки качества стыка, подготовленного различными способами, принят а прочность на раскалывание, выраженная в процентах по отношению к прочности эталона, т.е. образца, не имеющего шва и того же состава, что и прибетонированная часть образца.

В возрасте бетона 28 дней (прибетонированного слоя) образцы - кубы испытываются на водонепроницаемость по стыку. Давление повышается ступенями по 1 кг/см через каждый час. Оценка качества стыка на водонепроницаемость производится сравнением с эталоном.

Первоначально бетонируется половина образца (рис. 8). После 14-28 дней твердения в нормальных условиях производится обработка поверхности стыкового соединения и бетонирование второй половины.

Оценка водонепроницаемости по стыку производится по появлению темных пятен при давлениях воды 5, 10, 20 и 30 кг/см².

Давление повышается ступенями по 5-10 кг/см² через каждый час.

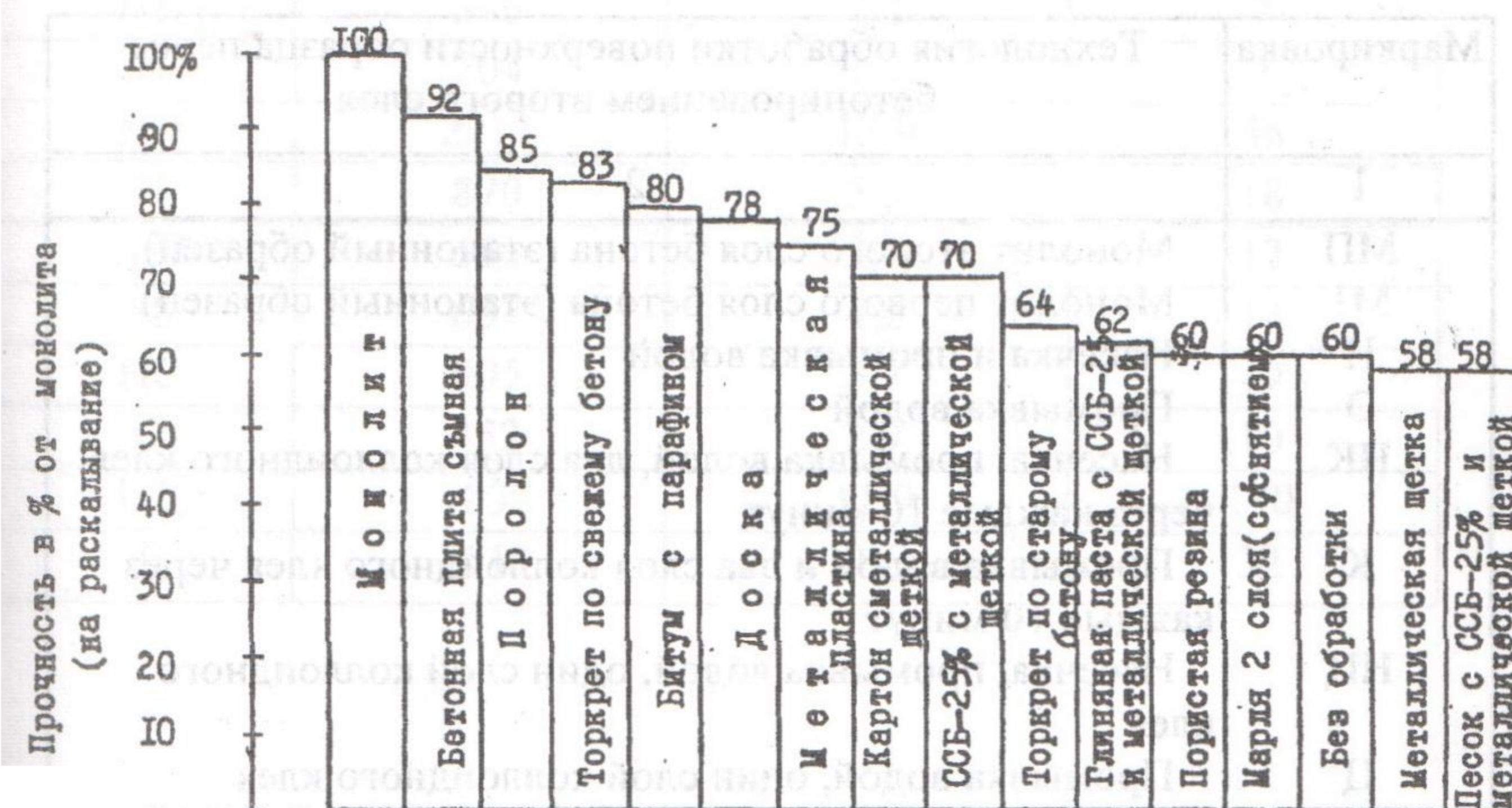
Одновременно изготавливаются образцы-эталонные из монолитного бетона (без стыкового соединения).

Из одного замеса были забетонированы образцы-кубы в металлических

формах 10x10x10 см наполовину их высоты о последующим вибрированием в течение 15 сек на лабораторной виброплощадке. После 28 дней твердения бетона в нормальных условиях верхняя поверхность половинок образцов обрабатывалась различными способами для удаления цементной пленки и производилось прибетонирование второго слоя образца. Одновременно изготавливались эталонные образцы размером 10x10x10 см.

Для прибетонирования использовался тот же состав бетона. Подвижность бетонной смеси 7 см. Уплотнение бетона производилось на лабораторной виброплощадке в течение 15 сек. Через двое суток образцы были распалублены. Дальнейшее их твердение производилось в нормально-влажных условиях. В возрасте бетона 28 дней были проведены испытания кубов на раскалывание (рис. 9, 10, 11) и водонепроницаемость.

Маркировка образцов, способы обработки стыка приведены в табл. 5.



Время прибетонирования 7 суток.

Рис. 1. Сопоставление различных способов подготовки бетонных поверхностей по прочности шва.

Результаты выполненных исследований показывают, что наибольшую прочность на раскалывание и водонепроницаемость по стыку имеют бетонные образцы, стык которых подвергался насечке с последующей промывкой водой, а также стык, который подвергался насечке с последующим покрытием эпоксидной смолой ЭД-5.

При определении водонепроницаемости по стыку бетонных образцов толщиной 30, 50 и 70 см были использованы следующие два способа

обработки стыка: насечка с последующей промывкой водой и насечка с последующим покрытием эпоксидной смолой ЭД-5.

Образцы изготавливались в металлических формах диаметром 450 мм (см. рис.2).

Внешний вид образцов после заполнения бетоном половины металлической формы (см. рис. 8).

Бетонирование второй половины образцов высотой 30, 50 и 70 см производилось также бетоном марки «400».

После твердения образцов в нормально-влажных условиях в течение 28 суток образцы были подвергнуты испытанию на водонепроницаемость по стыку. Давление повышалось ступенями по 5-10 кг/см через каждый час.

Таблица 5

Маркировка	Технология обработки поверхности образца перед бетонированием второго слоя
1	2
МП	Монолит второго слоя бетона (эталонный образец)
М1	Монолит первого слоя бетона (эталонный образец)
Н	Насечка и промывка водой
Э	Промывка водой
НК	Насечка, промывка водой, два слоя коллоидного клея через каждые 10 минут
К	Промывка водой и два слоя коллоидного клея через каждые 10 минут
НЦ	Насечка, промывка водой, один слой коллоидного клея
Ц	Промывка водой, один слой коллоидного клея
Н 88	Насечка и за 15 минут перед бетонированием один слой клея 88
88	За 15 минут перед бетонированием один слой клея 88
НС	Насечка, один слой эпоксидной смолы ЭД-5, через 3 часа бетонирование
С	Один слой эпоксидной смолы ЭД-5, через 3 часа бетонирование
НД	Насечка и два слоя клея ДОННИИ через каждые 10 минут
Д	Два слоя клея ДОННИИ через каждые 10 минут

Результаты испытаний на раскалывание бетонных кубов при различных способах подготовки стыка образца приведены в табл. 6.

Таблица 6

Маркировка образца	Разрушающая нагрузка при раскалывании, кг	Прочность по стыку на растяжение, КГ/СМ2	Прочность по стыку на растяжение в % от монолита
1	2	3	4
МП	4724	30	100
М1	4962	31,3	103
Н	2495	15.9	53
Э	1416	6,7	22
НК	346	2,2	7
К	204	1.3	4
НИ	2211	13.9	46
Ц	870	5,5	18
Н88	586	3,7	12
88	657	4,2	14
НС	905	5,7	19
С	452	2,9	10
НД	1838	11,9	140
Д	1513	9,6	32

Результаты испытаний на водонепроницаемость по стыку показали, что бетон марки 400 (класс В 35) непроницаем для воды при давлении до 30 кг/см², как по монолиту, так и по стыковому соединению, выполненному с насечкой с последующей промывкой водой или с нанесенным сдоем эпоксидной смолы ЭД-5. Дальнейшее повышение давления воды не производили.

Учитывая, что долговечность эпоксидной смолы ЭД-5 в составе бетона не исследована, при постройке опытного железобетонного отсека сборным способом может быть рекомендован следующий технологический процесс обработки стыковых соединений: насечка с последующей промывкой водой.

Проведенным экспериментом позволило рекомендовать для тонкостенных густоармированных конструкций повышенной коррозионной стойкости бетон на сульфато-стойком портландцементе М-400...500 со специальными

химическими добавками:

- суперпластификатор С-3;
- ингибитор коррозии Нитрит Натрия;
- кольматирующие добавки - жидкое стекло;
- воздухововлекающие и регулирующие структуру условно-замкнутых пор
- латекс СКС - 6 т.

Использование бетонов с комплексными добавками позволяет решать задачи прогнозирования физико-механических характеристик бетонов с использованием планированных экспериментов и математических моделей, где задаются параметры условий эксплуатации бетона и требования к нему. Проводимые исследования определяют качественные и количественные закономерности между процессами, проходящими в многокомпонентных композитах (бетона).

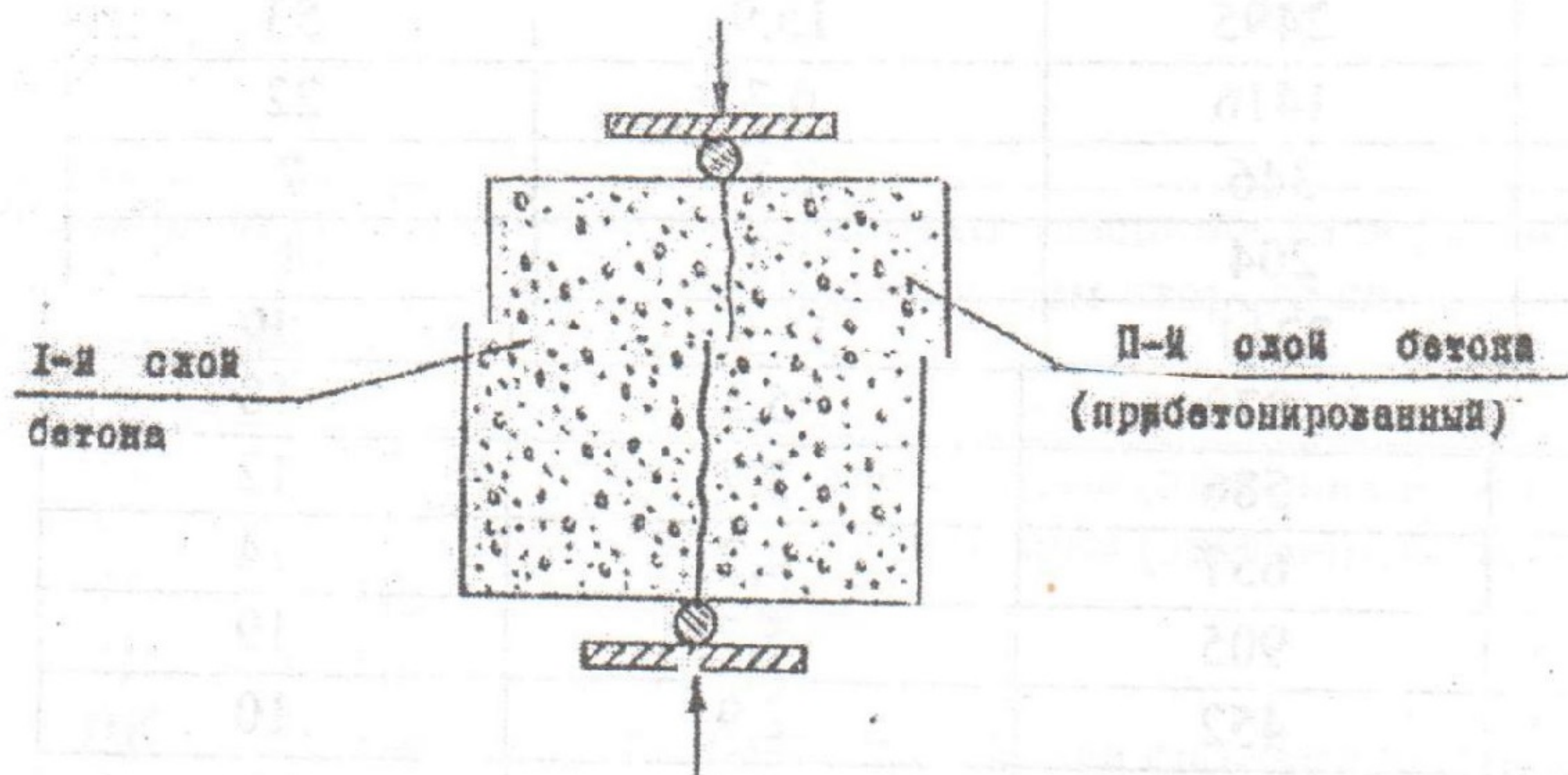


Рис. 2. Схема испытаний на раскалывание.

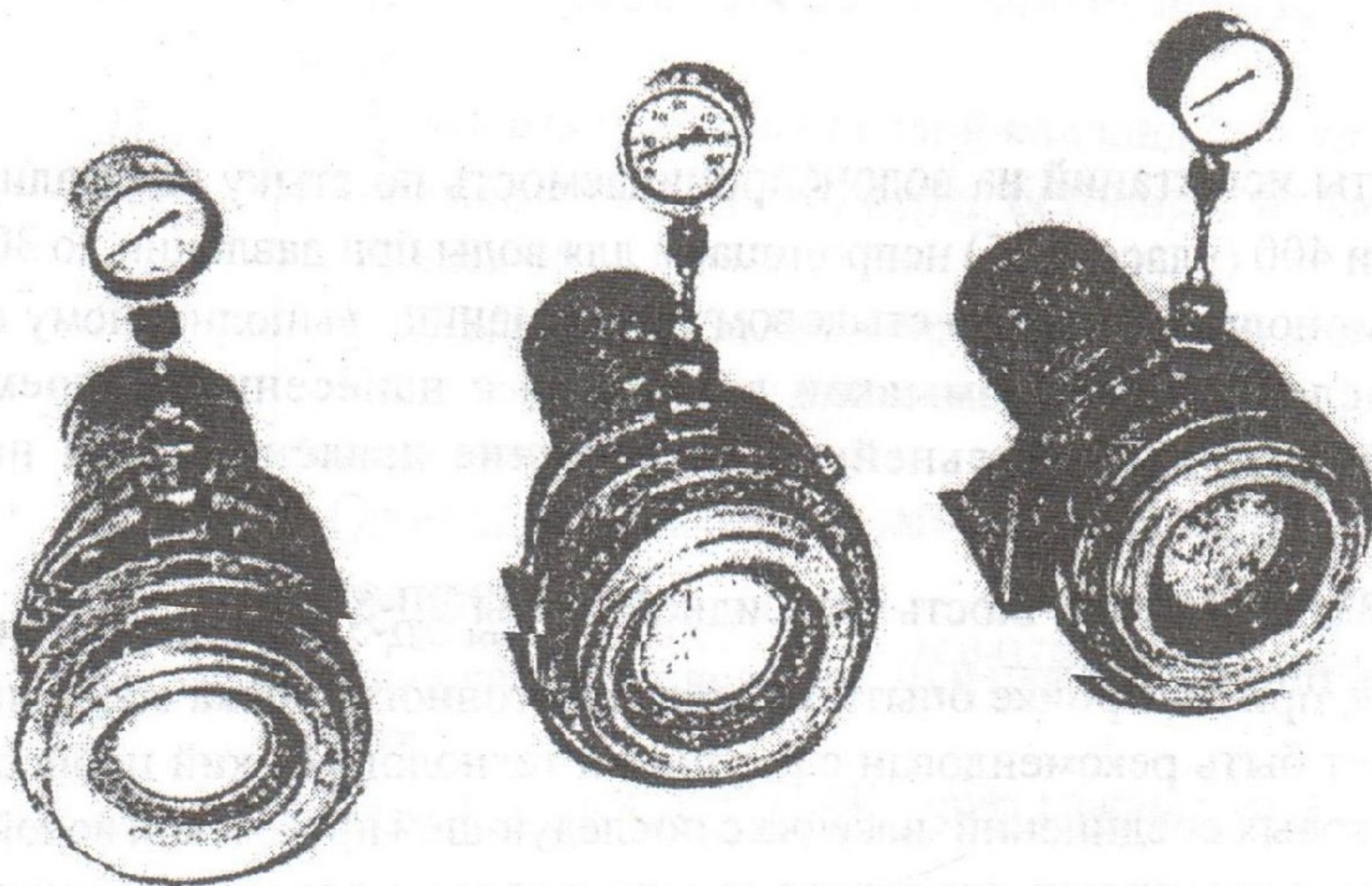


Рис. 3. Установки испытания образцов-цилиндров диаметром 8,5 см

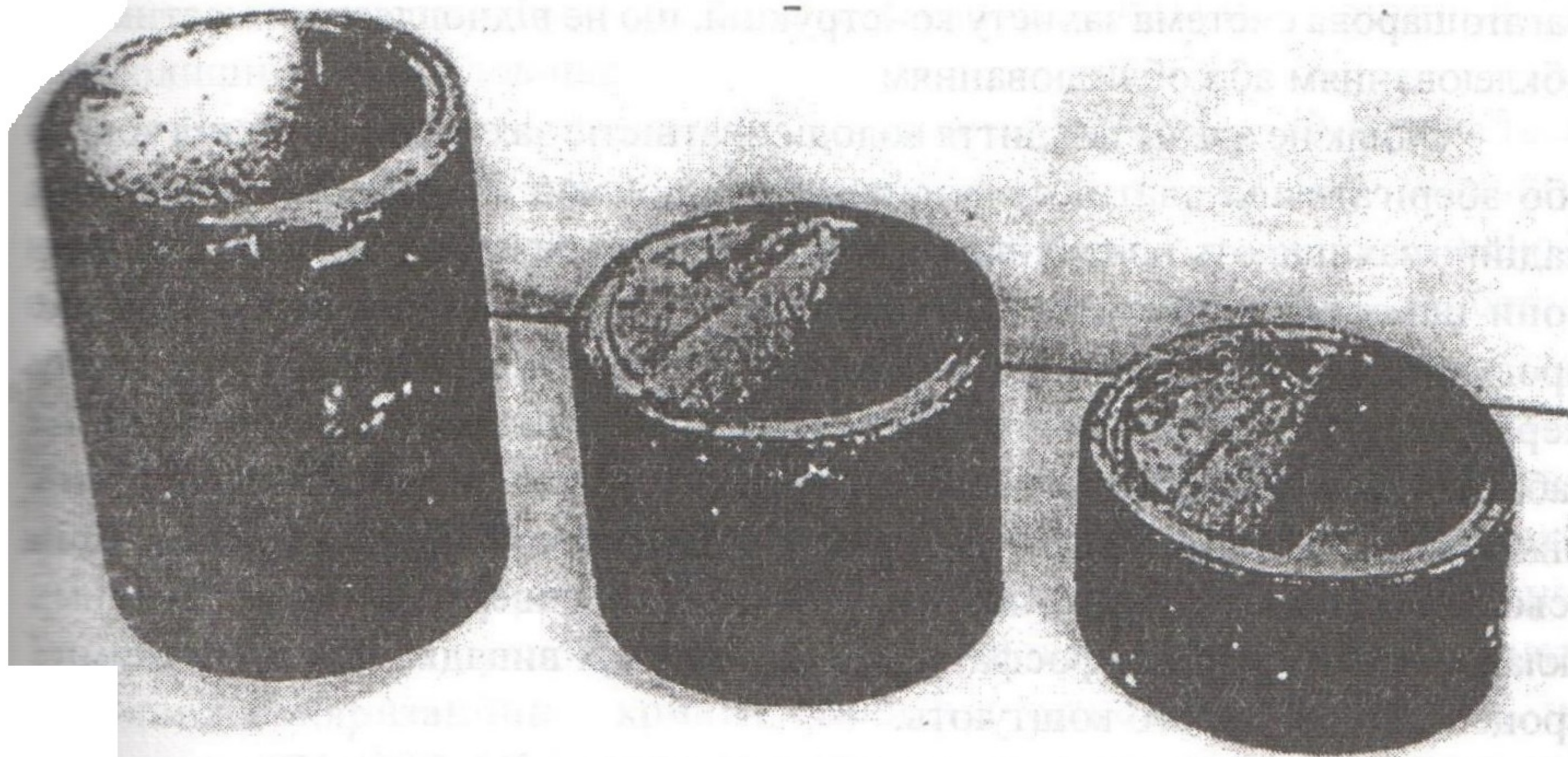


Рис.4 Образцы и диски для испытания на водонепроницаемость.