

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ ПУТЕМ ПРОПИТКИ ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА

Исакулов Байзак Разакович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технических дисциплин, Актюбинский университет им. С. Баишева, 463000, Казахстан, г. Актюбе, ул. Маресьева, 105.

Сарсенов Арыстан Мухамбетович, доктор технических наук, профессор, директор научного центра, Актюбинский университет им. С. Баишева, 463000, Казахстан, г. Актюбе, ул. Маресьева, 105, e-mail: sarsenova_madina93@mail.ru

В работе использован принцип повышения физико-механических свойств легких бетонов путем пропитки отходами серы нефтегазовой промышленности Западного Казахстана.

Ключевые слова: легкий бетон, сера, газонефтедобывающее производство, арболитовая смесь.

IMPROVING PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BY IMPREGNATING WASTE OIL AND GAS INDUSTRY IN KAZAKHSTAN

Isakulov Baizak R., C.Sc. in Technic, Associate Professor, Head of Department of Technic, University of Aktobe of S. Baishev, 105 Mareseva st., Aktobe, 463000, Kazakhstan.

Sarsenov Arystan M., D.Sc. in Technic, Professor, University of Aktobe of S. Baishev, 105 Mareseva st., Aktobe, 463000, Kazakhstan, e-mail: sarsenova_madina93@mail.ru

The article devoted to principle of rise physical and mechanical properties of light concretes by soaking with sulper – waste of oil and gas industry of Western Kazakhstan.

Key words: lightweight concrete, sulfur, gaz and oil production, mixture of arbolit.

Опыт многолетней эксплуатации капитальных сооружений в различных климатических зонах Средней Азии и Казахстана показывает, что одной из причин снижения долговечности всех типов инженерных сооружений, возведенных из безобжиговых строительных материалов и изделий, является низкое качество антифильтрационной и изоляционной защиты. Многие из гидроизоляционных материалов, применяемых в строительстве для защиты капитальных сооружений, возведенных в суровых климатических условиях, не соответствуют требованиям, как с точки зрения производства изоляционных работ, так и долговечности покрытия. В условиях резкоконтинентального климата большинство традиционных способов изоляции трудновыполнимо или вообще неприемлемо. Специфические свойства высоковязких гидроизо-

ляционных веществ (размягчение и текучесть при высоких температурах, жесткость и растрескивание при низких и, главное, необходимость нагрева перед созданием изоляционного экрана) затрудняют механизацию производства работ, что приводит к неоправданному увеличению затрат материалов и ручного труда. Несмотря на большие успехи, достигнутые в области создания химически стойких цементов и морозостойких бетонов, в ряде случаев радикальным средством защиты от коррозии следует признать гидроизоляцию, выполняемую в виде водонепроницаемого экрана.

Отечественный и зарубежный опыт строительства и исследования показывает, что для гидроизоляции строительных конструкций, используемых в районах с суровыми климатическими и повышенными эксплуатационными условиями, наиболее эффективно применение пропиточной изоляции. В настоящее время существует более десятка различных способов пропитки структуры цементного камня, однако поиски все новых приемов и различных методов создания антифильтрационных экранов указывают на то, что существующие способы по тем или иным причинам полностью не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям. Наличие значительного числа работ по поднятому вопросу указывает также на то, что область исследования пропитки очень сложна и разнообразна.

Пропитка водонепроницаемыми составами строительных изделий, изготовленных из материалов как органического, так и неорганического происхождения, является одним из наиболее надежных способов защиты строительных элементов от агрессивного воздействия внешней среды.

К. Вернер [5] рекомендует довольно интересный метод насыщения песка смолой, серой или каким-либо другим термопластичным веществом с последующим прессованием его при температуре смолообразования пропиточных материалов. По убеждению авторов, такие изделия могут быть применены для изготовления различных водонепроницаемых облицовок в качестве несъемной опалубки и т.д.

В отечественной и зарубежной практике сложились относительно правильные взгляды на гидроизоляцию строительных конструкций из бетона посредством поверхностной пропитки. Согласно современным требованиям [4, 6, 7, 9], исходные вещества, используемые для обеспечения антифильтрационной защиты строительных изделий, должны отвечать следующим требованиям:

- быть не менее коррозионностойкими, чем основное изолируемое изделие;
- обладать соответствующей текучестью для более эффективного заполнения структуры бетонной матрицы.

В качестве пропиточного материала мы использовали серу, являющуюся отходом газонефтедобывающих производств РК. Используемая нами сера – медно-желтого цвета, плотностью $1,96 \text{ г/см}^3$ и температурой плавления около 120°C – проявляет стабильную устойчивость при комнатной температуре не размягчается и в интервале температур от $95,6$ до $119,3^\circ\text{C}$. Используя ее для пропитки, можно получать легкие бетоны в виде арболита с высокой механической прочностью.

Наши исследования совместно с лабораторией строительных материалов Владимирского государственного университета и исследования других ученых [2, 7, 8] показали, что использование серы для заполнения порового про-

странства бетонов весьма эффективно для повышения эксплуатационных характеристик этого строительного материала.

По данным О.В. Кунцевича и Н.А. Джаши [3], наибольший прирост прочности дают мелкозернистые бетоны состава 1 : 7,3 при В/Ц = 0,8. При этом авторы констатируют, что прирост прочности у арболитобетонных образцов происходит исключительно за счет кольматации пор и пустот серой.

Для изучения физико-механических свойств арболита, пропитанного серой, нами были использованы три состава вяжущего арболитовой смеси:

А – гипсошламового арболита с составами вяжущих, % по массе (гипс : хромошлам : пиритной огарок; табл. 1);

Б – шлакощелочного арболита с составами вяжущих, % по массе (цемент : зола : ЭТФшлак : жидкое стекло : содосульфатная смесь; табл. 2);

В – цементнозолошламового арболита с составами вяжущих, % по массе (цемент : зола : шлам; табл. 3).

Таблица 1

Изменение свойства гипсошламового арболита после пропитки серой

Состав вяжущего, % по массе (гипс, хромошлам, пиритной огарок)	Продолжительность пропитки	Привес серы, %	Прочность контрольных образцов, $R_{сж}$ МПа	Прочность пропитанных образцов, $R_{сж}$ МПа	Коэфф-т упрочнения $R_{сж}$ пропитанных / $R_{сж}$ контрольных образцов
60 : 40 : 0	2	3,1	1,8	3,6	2,0
60 : 40 : 0	5	3,5	1,8	4,5	2,5
60 : 40 : 0	10	6,7	1,8	6,1	3,39
60 : 40 : 0	24	7,7	1,8	8,6	4,8
60 : 30 : 10	2	2,9	1,9	3,9	2,1
60 : 30 : 10	5	3,4	1,9	4,7	2,6
60 : 30 : 10	10	6,5	1,9	6,2	3,4
60 : 30 : 10	24	7,2	1,9	8,7	4,6
60 : 25 : 15	2	2,95	2,1	4,3	2,05
60 : 25 : 15	5	3,4	2,1	5,7	2,7
60 : 25 : 15	10	6,5	2,1	6,5	3,1
60 : 25 : 15	24	6,9	2,1	9,2	4,3

Таблица 2

Изменение свойства шлакощелочного арболита после пропитки серой

Состав вяжущего, % по массе (цемент : зола : ЭТФшлак : жидкое стекло : содосульфатная смесь)	Продолжительность пропитки	Привес серы, %	Прочность контрольных образцов, $R_{сж}$ МПа	Прочность пропитанных образцов, $R_{сж}$ МПа	Коэфф-т упрочнения $R_{сж}$ пропитанных / $R_{сж}$ контрольных образцов
14 : – : 43 : 30 : 13	2	3,1	1,7	3,5	2,1
14 : – : 43 : 30 : 13	5	3,8	1,7	4,6	2,7
14 : – : 43 : 30 : 13	10	5,9	1,7	7,9	3,7
14 : – : 43 : 30 : 13	24	6,9	1,7	8,2	4,8
18 : 39 : – : 31 : 12	2	2,9	1,8	3,7	2,2
18 : 39 : – : 31 : 12	5	3,8	1,8	4,7	2,6
18 : 39 : – : 31 : 12	10	6,0	1,8	8,3	4,6
18 : 39 : – : 31 : 12	24	6,8	1,8	8,5	4,7
14 : 39 : 17 : 30 : –	2	3,2	1,83	3,6	1,97
14 : 39 : 17 : 30 : –	5	3,9	1,83	4,7	2,6
14 : 39 : 17 : 30 : –	10	6,0	1,83	7,9	4,3
14 : 39 : 17 : 30 : –	24	6,95	1,83	8,6	4,7

Таблица 3

Изменение свойства цементозольношламового арболита после пропитки серой

Состав вяжущего, % по массе (цемент: зола : шлам)	Продолжительность пропитки	Привес серы, %	Прочность контрольных образцов, $R_{сж}$, МПа	Прочность пропитанных образцов, $R_{сж}$, МПа	Коэфф-т упрочнения $R_{сж}$, пропи- танных/ $R_{сж}$, контрольных образцов
60 : 40 : 0	2	2,8	3,1	6,3	2,03
60 : 40 : 0	5	3,9	3,1	7,2	2,3
60 : 40 : 0	10	6,75	3,1	8,9	2,88
60 : 40 : 0	24	7,1	3,1	10,2	3,3
60 : 35 : 5	2	2,8	3,1	6,3	2,03
60 : 35 : 5	5	3,85	3,1	7,3	2,4
60 : 35 : 5	10	6,7	3,1	9,1	2,9
60 : 35 : 5	24	7,2	3,1	10,5	3,4
60 : 30 : 10	2	2,7	3,25	6,5	2,0
60 : 30 : 10	5	3,8	3,25	7,5	2,3
60 : 30 : 10	10	6,9	3,25	9,4	2,9
60 : 30 : 10	24	7,2	3,25	11,2	3,5

Марочная прочность контрольных образцов, пропитанных в расплавленной сере, составляла для составов А, Б и В соответственно:

- для гипсошламового арболита 1,8; 1,9; 2,1 МПа;
- для шлакощелочного арболита 1,7; 1,8; 1,83 МПа;
- для цементозольношламового арболита 3,1; 3,1; 3,25 МПа.

По результатам испытаний установлено, что с увеличением содержания золы, шлака и шлама в арболите привес серы в образцах распределялся следующим образом: после 24-часовой пропитки при нормальном атмосферном давлении образцы состава А увеличили массу на 7,7; 7,2 и 6,9 % (табл. 1), состава Б – на 6,9; 6,8 и 9,5 % (табл. 2) и состава В – на 7,1; 7,2 и 7,2 % (табл. 3).

После 5-часовой пропитки вакуумированием эти величины возросли до 9,1 % для составов А, до 10,2 % для состава Б и до 8,1 % для состава В.

После 5-часовой пропитки с предварительным вакуумированием образцов эти величины достигли соответственно 10,4; 10,5 и 9,7 %. Привес массы у образцов в зависимости от содержания золы, шлаков и шламов в арболите можно объяснить изменением структурной пористости пропитанного серой арболитобетона. На эту величину существенное влияние оказывает способ и продолжительность пропитки (табл. 1, 2 и 3). Здесь уместно отметить, что присутствие серы во всех случаях приводит к увеличению механических свойств у образцов. Испытание пропитанных серой арболитовых образцов на сжатие показало, что все без исключения составы значительно повысили свою механическую прочность в от 2,0 до 4,8 раза.

По нашим данным, глубина проникновения серы в капиллярно-пористое изделие увеличивается в 2 раза и более, если пропитываемый образец высушен до постоянной массы. В зависимости от того, какое количество остаточной влаги находится в подготовленных для пропитки образцов, изменяются и механические свойства пропитанного арболита. Из вышеприведенных таблиц видно, что с увеличением продолжительности пропитки (до суток) идет интенсивный рост механической прочности у пропитанного серой арболита. Дальнейшая выдержка образцов в расплавленной сере существенного влияния на прочностные характеристики бетона не оказывает. Кинетика роста

предела прочности арболита в процессе пропитки его серой показала, что наибольшее относительное увеличение предела прочности на сжатие наблюдалось у образцов арболитов с цементозольношламовым содержанием (цемент (60 %) : зола (30 %) : шлам (10 %)) составов. Однако эта разность ощущается весьма слабо и после 2–3-часовой пропитки практически выравнивается. При этом величина коэффициента упрочнения для составов А и Б равна 4,8, для состава В – 3,5.

Согласно теории Ю.М. Баженова [1], явление увеличения прочности объясняется несколькими причинами:

- 1) наличием трехмерного каркаса, создаваемого мономером в порах арболитовой матрицы;
- 2) увеличенной плотностью контактной зоны заполнителей с цементным камнем благодаря совместному адгезионному воздействию цементного геля и мономера;
- 3) объемным заполнением пор, трещин и других технологических дефектов низковязкими мономерами, способствующим упрочнению контактной зоны цементного камня;
- 4) поглощением и релаксацией энергии в процессе деформирования композиционной системы.

Согласно нашей точке зрения, в случае использования серы наиболее значительными являются причины под номерами 1, 2 и 3.

Выводы

1. В работе показана возможность повышения прочностных характеристик арболита путем пропитки сероотходами нефтегазовой промышленности Западного Казахстана и применение его в производстве строительных материалов.
2. Проведенные эксперименты подтверждают перспективы получения легкого бетона с улучшенными физико-механическими свойствами из извлеченных в данной работе промышленных отходов.

Список литературы

1. Баженов Ю. М. Некоторые особенности структуры, свойств и технологии бетонополимеров / Ю. М. Баженов // Перспективы применения бетонополимеров и полимербетонов в строительстве. – М. : Стройиздат, 1976.
2. Касымов И. К. Пропитка цементного камня органическими вяжущими / И. К. Касымов, Е. Д. Федотов. – Л. : Стройиздат, 1981.
3. Кунцевич О. В. Использование серы для повышения физико-механических свойств мелкозернистых бетонов / О. В. Кунцевич, Н. А. Джаши // Повышение долговечности промышленных зданий и сооружений за счет применения полимербетонов. – М. : ЦНИИС, 1978.
4. Москвин В. М. Пропитка свай битумными материалами с применением поверхностно-активных веществ / В. М. Москвин, М. М. Эркенов // Бетон и железобетон. – 1976. – № 6.
5. Пат. 12571 СССР / К. Вернер. – 1930.
6. Патуроев В. В. Основные характеристики бетонов, пропитанных серой / В. В. Патуроев, А. А. Волгушев. – М. : ЦНИИС, 1978.
7. Патуроев В. В. Разработка режимов пропитки золобетонов расплавах серы / В. В. Патуроев [и др.] // Архитектура и строительство Узбекистана. – 1978. – № 11.
8. Покровский Н. С. Пропиточная гидроизоляция бетона / Н. С. Покровский. – М. : Энергия, 1964.
9. Рыбьев И. А. Технология гидроизоляционных материалов / И. А. Рыбьев. – М. : Высшая школа, 1964.

References

1. Bazhenov Ju. M. Nekotorye osobennosti struktury, svojstv i tehnologii betonopolimerov / Ju. M. Bazhenov // Perspektivy primeneniya betonopolimerov i polimerbetonov v stroitel'stve. – M. : Strojizdat, 1976.
2. Kasymov I. K. Propitka cementnogo kamnja organicheskimi vjazhuwimi / I. K. Kasymov, E. D. Fedotov. – L. : Strojizdat, 1981.
3. Kuncovich O. V. Ispol'zovanie sery dlja povysheniya fiziko-mehaničeskikh svojstv melkozernistykh betonov / O. V. Kuncovich, N. A. Dzhashi // Povyszenie dolgovechnosti promyshlennykh zdaniy i sooruzhenij za schet primeneniya polimerbetonov. – M. : CNIIS, 1978.
4. Moskvina V. M. Propitka svaj bitumnymi materialami s primeneniem po-verhnostno-aktivnykh vewestv / V. M. Moskvina, M. M. Jerkenov // Beton i zhelezobeton. – 1976. – № 6.
5. Pat. 12571 SSSR / K. Verner. – 1930.
6. Paturoev V. V. Osnovnye harakteristiki betonov, propitannykh seroj / V. V. Paturoev, A. A. Volgushev. – M. : CNIIS, 1978.
7. Paturoev V. V. Razrabotka rezhimov propitki zolobetonov rasplavah sery / V. V. Paturoev [i dr.] // Arhitektura i stroitel'stvo Uzbekistana. – 1978. – № 11.
8. Pokrovskij N. S. Propitochhnaja gidroizoljacija betona / N. S. Pokrovskij. – M. : Jenergiya, 1964.
9. Ryb'ev I. A. Tehnologija gidroizoljacionnykh materialov / I. A. Ryb'ev. – M. : Vysshaja shkola, 1964.

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ АСТРАХАНСКОГО КРЕМЛЯ

Шереметов Иван Михайлович, кандидат технических наук, заведующий астраханским отделением кафедры ЮНЕСКО по сохранению градостроительных и архитектурных памятников, 414000, Россия, г. Астрахань, ул. Тредиаковского, 2, e-mail: shmtv@mail.ru

Курдюк Андрей Юрьевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой геотехники, Астраханский инженерно-строительный институт, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 18а, e-mail: ayuk58@mail.ru

Обобщение материалов изысканий прошлых лет и дополнение накопленной информации результатами геофизических исследований составляют основу геотехнического мониторинга основания зданий и сооружений Астраханского кремля.

Ключевые слова: кремль, мониторинг, инженерные изыскания, геотехника, геофизика, радиолокация, георадар.

GEOTECHNICAL MONITORING THE BASE OF BUILDINGS STRUCTURES AND THE ASTRAKHAN KREMLIN

Sheremetov Ivan M., C.Sc. in Technic, Head of the Astrakhan branch of Department of UNESCO for the conservation of urban and architectural monuments, 2 Trediakovsky st., Astrakhan, 414000, Russia, e-mail: shmtv@mail.ru

Kurdyuk Andrey Yu., C.Sc. in Technic, Head of Department of Geotechnology, Astrakhan Institute of Construction and Engineering, 18a Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russia, e-mail: ayuk58@mail.ru