

УДК 502/504: 626/627:624.012.4:691.32

А.В. КЛОВСКИЙ^{1,2}¹ Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр «Перспектива», г. Москва, Российская Федерация**М.М. ЧУМИЧЕВА², О.В. МАРЕЕВА²**² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА С НАРУШЕННОЙ СТРУКТУРОЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

Цель исследования – дать количественную оценку возможного изменения прочности бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой на различных этапах промасливания: по истечении 3, 6 и 9 месяцев нахождения образцов в минеральном масле. Объектом исследований являлись бетонные образцы-кубы с нарушенной структурой из тяжелого бетона различных классов по прочности. В статье рассмотрены общие вопросы влияния минеральных масел на прочность бетона, отмечены основные противоречия в результатах исследований разных авторов по данной проблематике. Изложена методика проведения экспериментальных лабораторных исследований бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой при воздействии неотработанного минерального масла И-20А в течение 3, 6 и 9 месяцев (этапы I, II и III, соответственно). Рассмотрены три группы образцов из тяжелого бетона на гравийном заполнителе различных фактических классов по прочности на сжатие: В15,5 (группа 1); В9,8 (группа 2) и В2,6 (группа 3). В ходе эксперимента для каждого из образцов на соответствующем контрольном этапе определялись фактическая прочность на сжатие и вес, для отдельных образцов – глубина промасливания. На основании анализа полученных результатов дана количественная оценка снижения прочности бетона (до 22,8% от начальной прочности для образцов группы 2), увеличения веса (до 12,9% от начального веса для образцов группы 2) и глубины промасливания (до 100% для образцов групп 1 и 2) бетонных образцов-кубов по истечении 3, 6 и 9 месяцев нахождения в масле. Показано негативное влияние минеральных масел на прочность бетона с нарушенной структурой даже на начальных этапах промасливания (до 1-1,5 лет), в особенности – для бетонов низких классов по прочности на сжатие.

Прочность бетона, бетон с нарушенной структурой, промасливание, снижение прочности, глубина промасливания.

Введение. В практике технической эксплуатации и инженерных обследований промышленных зданий и сооружений, выполненных из бетона и железобетона, промасливание несущих конструкций (преимущественно элементов междуэтажных перекрытий, фундаментов под различное оборудование) является весьма распространенным видом их повреждений [1-6]. При этом правильная оценка и учет данных повреждений при выполнении поверочных расчетов и оценке категории технического состояния несущих бетонных и железобетонных конструкций представляют определенную сложность ввиду того, что имеющиеся в специальной литературе сведения о характере влияния минеральных масел на прочность бетона носят весьма противоречивый характер.

Так отдельными исследователями отмечается значительное снижение прочности бетона уже в первые месяцы промасливания [6], другими – отсутствие снижения прочности бетона при промасливании менее 1-1,5 лет с последующим снижении прочности при систематическом промасливании в течение 7 лет до 30% от первоначальной [1-4]. Наряду с отмеченными выше точками зрения существует обоснованное в ряде работ положение об отсутствии отрицательного воздействия минеральных масел на прочность бетона [5]. Вместе с тем, всеми исследователями отмечается, что между цементным камнем и неотработанным минеральным маслом не происходит химических взаимодействий, а неоднородная структура бетона (в том числе при наличии микротрещин и других дефектов) способствует

более интенсивному снижению прочности при промасливании [1-7]. При этом результаты исследований изменения прочности бетона с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел не приводятся, хотя в производственной практике бетонные и железобетонные конструкции, подвергшиеся воздействию масла, зачастую имеют различные несовершенства структуры бетона.

Материалы и методы исследований.

В настоящей статье представлены результаты экспериментальных лабораторных исследований авторов, посвященных изучению влияния минеральных масел на прочность бетона с нарушенной структурой, а также разработанные на их основе выводы. *Объектом исследований* являлись бетонные образцы-кубы с нарушенной структурой из тяжелого бетона различных классов по прочности. Под бетонными образцами-кубами с нарушенной структурой в статье понимаются такие образцы, для которых вследствие отступлений от температурно-влажностного режима твердения и вибрирования были получены поверхностные микротрещины, незначительные раковины, каверны и пр. *Предметом исследования* являлись такие характеристики бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой, как прочность на сжатие, вес и глубина проникновения масла в тело образцов на различных этапах промасливания.

Цель исследования – дать количественную оценку возможного изменения прочности бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой на различных этапах промасливания: по истечении 3, 6 и 9 месяцев нахождения в масле (этапы I, II и III, соответственно). Также наряду с возможным изменением прочности бетона предполагалось оценить изменение веса бетонных образцов-кубов и глубину проникновения масла в тело образцов.

Для достижения намеченной цели были решены следующие задачи:

1) разработана методика проведения лабораторных исследований бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел;

2) изготовлены бетонные образцы-кубы с последующим их промасливанием и исследованием в соответствии с разработанной методикой;

3) выполнен анализ полученных результатов, представлены выводы по рассматриваемой проблематике.

Экспериментальные исследования были выполнены в аккредитованной лаборатории «Авиапромстройиспытания» ОАО «ГИПРОНИИАВИАПРОМ», г. Москва.

Для проведения лабораторных исследований первоначально был выбран тяжелый бетон на гравийном заполнителе следующих классов по прочности на сжатие: В7,5; В15 и В25. Данный бетон использовался при производстве работ по реконструкции отдельных объектов железнодорожной инфраструктуры г. Москвы и Московской области. Результаты испытаний бетона изготовленных конструкций методом отрыва со скалыванием в возрасте 28 суток по ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» [8] с последующей оценкой прочности по ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» [9] не подтвердили указанные характеристики. Заявленному классу В25 соответствовал фактический класс В20,3, классу В15 – фактический класс В12,5, классу В7,5 – фактический класс В4,2. В этой связи исследования проводились для исходных фактических классов бетона: В20,3; В12,5 и В4,2.

Приведенные выше результаты определения прочности бетона конструкций были подтверждены при оценке прочности изготовленных образцов-кубов с нарушенной структурой: поверхностная прочность бетона изготовленных образцов при испытании их методом ударного импульса склерометром ИПС МГ4.01 в возрасте 28 суток по [8] соответствовала фактической прочности конструкций.

При этом для непромасленных контрольных образцов в количестве по 4 штуки для каждого класса при испытании на прессе были получены меньшие значения прочности. Так прочность бетонных образцов-кубов составила:

- из бетона класса В20,3-19,4 МПа (фактический класс бетона – В15,5);

- из бетона класса В12,5-12,3 МПа (фактический класс бетона – В9,8);

- из бетона класса В4,2-3,2 МПа (фактический класс бетона – В2,6).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что определенные методом ударного импульса значения поверхностной прочности образцов-кубов с нарушенной структурой из бетонов рассматриваемых классов выше значений их фактической прочности на сжатие.

Таким образом, без учета 12 контрольных образцов для оценки прочности непромасленного бетона было изготовлено 30 образцов-кубов размерами $100 \times 100 \times 100$ мм: 6 образцов фактического класса В15,5 (образцы группы 1) и по 12 образцов фактического класса В9,8 и В2,6 (образцы групп 2 и 3, соответственно). Образцы групп 2 и 3 предполагалось испытать на прессе после 3, 6 и 9 месяцев промасливания (по 3 штуки на этапах I и II, 6 штук – на этапе III), образцы группы 1 – после 6 и 9 месяцев промасливания (по 3 штуки на этапах II и III). Данное обстоятельство объясняется, с одной стороны, меньшим количеством образцов из бетона класса В15,5, с другой стороны – положением о сколько-нибудь заметном снижении прочности бетона только после 12 месяцев промасливания [1]. Для образцов-кубов с нарушенной структурой из менее плотных бетонов (В2,6 и В9,8) данное положение нуждается в дополнительной проверке также и после 3 месяцев нахождения в масле.

Каждый из изготовленных образцов-кубов в возрасте 28 суток был предварительно измерен и взвешен на лабораторных весах. В результате для образцов каждой из групп были определены средние значения веса образцов: для группы 1 – 2260 г, для группы 2 – 2095 г, для группы 3 – 2055 г. Данные о начальном среднем весе образцов и его возможном изменении на каждом из контрольных этапов промасливания позволят судить о динамике заполнения пор и пустот образцов из бетона разных классов минеральным маслом. После взвешивания и маркировки все образцы помещались в емкости с минеральным маслом. В качестве среды промасливания в экспериментах было использовано неотработанное минеральное масло И-20А при температуре $18...20^\circ\text{C}$.

Образцы групп 1, 2 и 3 выдерживались в емкостях с маслом в соответствии с разработанной методикой. На этапе I вынимались по 3 образца групп 2 и 3, тщательно обтирались ветошью и взвешивались с последующим определением среднего значения, после чего подвергались испытанию на прессе. Эксперименты проводились на лабораторном прессе МС-1000 с максимальной разрушающей нагрузкой 100 тн.

На этапах II и III подход к определению прочности образцов в лабораторных условиях был аналогичен описанному выше для этапа I.

В ходе обработки экспериментальных данных учитывалось, что размеры стандартного (базового) образца-куба в соответствии с ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [10] составляют $150 \times 150 \times 150$ мм. В этой связи при оценке фактической прочности образцов учитывался масштабный коэффициент $\alpha = 0,95$. Также ввиду небольшого количества образцов в серии для групп 2 и 3 на этапе I, групп 1...3 на этапе II и группы 1 на этапе III (3 образца в серии) прочность бетона серии определялась как среднеарифметическое значение прочности испытанных образцов (в соответствии с п. 8.4 [10] при испытании трех образцов в серии прочность бетона определяют как среднеарифметическое значение прочности по двум образцам с наибольшей прочностью). Аналогичный подход был применен для групп 2 и 3 на этапе III (прочность серии определялась не по 4 образцам с наибольшей прочностью, а по 6 образцам).

Наряду со значениями прочности на сжатие и веса образцов оценивалось изменение глубины их промасливания с течением времени. Для этого на каждом из этапов оценивалась структура разрушенных в ходе испытаний образцов, при помощи линейки фиксировалась средняя глубина проникновения масла в тело каждого из образцов.

В соответствии с намеченной целью на каждом из контрольных этапов оценивалось изменение прочности бетонных образцов-кубов на сжатие и их веса по отношению к начальным средним значениям соответствующих показателей.

Результаты исследований. *Динамика изменения прочности бетона с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел.* В соответствии с разработанной методикой для образцов групп 1...3 ($i = 1, 2, 3$) на каждом из трех контрольных этапов промасливания ($j = \text{I, II, III}$) были определены средние значения прочности бетона на сжатие в серии $R_{j,i}$, которые в последствии сравнивались с начальным значением прочности бетона в i -той группе образцов $R_{\text{нач},i}$. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Как следует из анализа данных таблицы 1, для всех групп бетонных образцов-кубов отмечается снижение прочности при промасливании, причем с течением времени показатели такого снижения в условиях эксперимента росли.

**Прочность бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой
на различных этапах промасливания**

		Среднее значение прочности в серии, $R_{j,p}$, МПа		
		Этап промасливания		
№ группы бетонных образцов-кубов	Начальное значение прочности бетона, $R_{нач, i}$, МПа	I (20.10.2017-24.01.2018)	II (20.10.2017-26.04.2018)	III (20.10.2017-24.07.2018)
1	19,4	-	17,2	16,2
2	12,3	11,9	11,0	9,5
3	3,2	3,0	2,8	2,5

В ходе обработки экспериментальных данных были оценены относительные величины снижения прочности бетона Δ_R (%), которые определялись по формуле:

$$\Delta_R = (R_{нач, i} - R_{j, i}) / R_{нач, i} \cdot 100. \quad (1)$$

Полученные результаты, характеризующие снижение прочности бетона при промасливании, представлены в графической форме на рисунке 1.

Динамика изменения веса бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел. В соответствии с разработанной методикой для образцов групп 1...3 ($i = 1, 2, 3$) на каждом из трех контрольных этапов промасливания ($j = I, II, III$) были определены средние значения веса образцов-кубов $m_{j, i}$, которые в последствии сравнивались с начальным значением среднего веса образцов в i -той группе $m_{нач, i}$. Полученные результаты приведены в таблице 2.

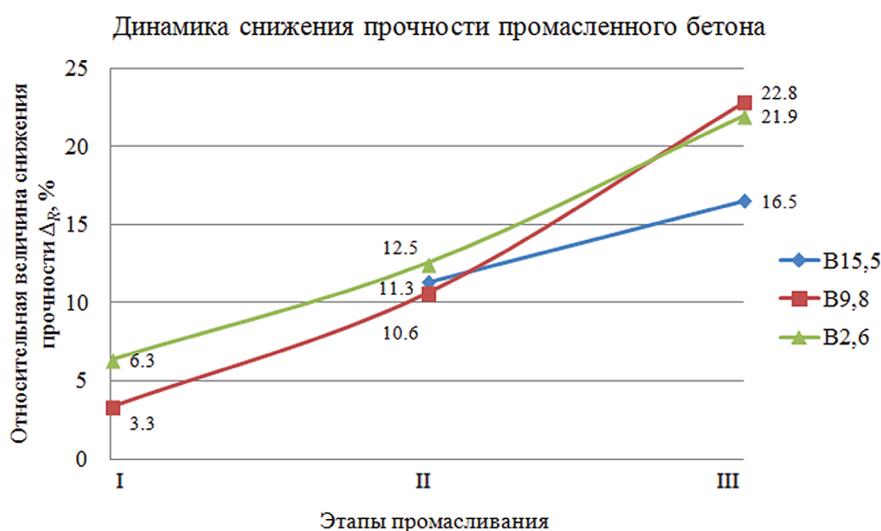


Рис. 1. Динамика снижения прочности бетона с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел

**Вес бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой
на различных этапах промасливания**

		Среднее значение веса образцов, $m_{j,p}$, г		
		Этап промасливания		
№ группы бетонных образцов-кубов	Начальное значение среднего веса образцов, $m_{нач, i}$, г	I (20.10.2017-24.01.2018)	II (20.10.2017-26.04.2018)	III (20.10.2017-24.07.2018)
1	2260	-	2330	2370
2	2095	2240	2325	2350
3	2055	2230	2315	2320

Как следует из анализа данных таблицы 2, для всех групп бетонных образцов-кубов отмечается увеличение веса при промасливании, причем с течением времени абсолютные и относительные показатели такого увеличения в условиях эксперимента росли.

В ходе обработки экспериментальных данных были оценены относительные величины увеличения веса

образцов Δ_m (%), которые определялись по формуле:

$$\Delta_m = (m_{j,i} - m_{нач,i}) / m_{нач,i} \cdot 100. \quad (2)$$

Полученные результаты, характеризующие увеличение веса бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой при промасливании, представлены в графической форме на рисунке 2.

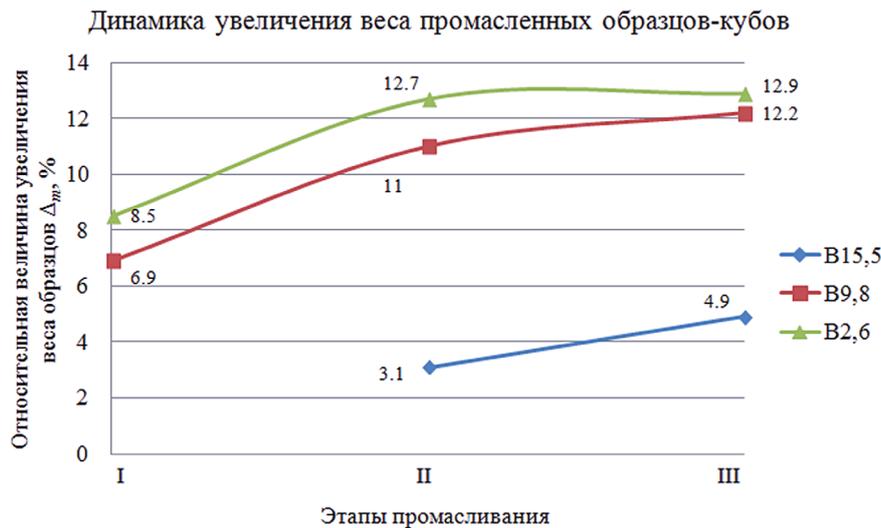


Рис. 2. Динамика увеличения веса бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой при воздействии минеральных масел

Динамика изменения глубины промасливания бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой. В соответствии с разработанной методикой для бетонных образцов-кубов с нарушенной структурой, на каждом из контрольных этапов оценивалась глубина промасливания. Для этого после испытания на прессе отдельные (контрольные) образцы соответствующих групп разбивались молотком, оценивалась структура разрушенных в ходе испытаний образцов, при помощи линейки фиксировалась средняя глубина промасливания.

Полученные результаты для этапа I свидетельствовали о значительном насыщении образцов группы 2 (фактический класс бетона B9,8) минеральным маслом. При этом центральная область контрольного образца, удаленная от внешних граней на 3...4 см, не имела выраженного изменения цвета (оставалась серой с незначительным потемнением), тогда как для остальной части образца отмечался темный цвет цементного камня. Цементный камень контрольного образца из группы 3 (фактический класс бетона B2,6) за 3 месяца потемнел практически полностью. Отметим,

что ввиду пористой структуры образцов группы 3 дальнейшее их насыщение минеральным маслом вполне вероятно.

На этапе II для образцов группы 1 (фактический класс бетона B15,5) были выделены 3 характерные зоны насыщения кубов минеральным маслом. До 1...1,5 см от поверхности образец промаслен полностью (зона № 1). Внутренняя область образца, удаленная от внешних граней на 3,5...4 см (зона № 3), вообще не содержит масла. Промежуточная область (зона № 2) имеет незначительное потемнение цементного камня.

В свою очередь, результаты эксперимента свидетельствовали о практически полном насыщении образцов групп 2 и 3 минеральным маслом за 6 месяцев — цементный камень контрольных образцов из обеих групп потемнел по всей глубине.

На этапе III образцы группы 1 практически полностью насыщены маслом; только для внутренней области контрольного образца (зона № 3) отмечается несколько сероватый цвет цементного камня. Для образцов групп 2 и 3 сколько-нибудь значительных отличий от результатов этапа II не отмечено.

Выводы

1. Для всех групп бетонных образцов-кубов отмечено снижение прочности, увеличение веса и глубины промасливания, причем с течением времени абсолютные и относительные показатели таких изменений в условиях эксперимента росли.

2. Относительные величины снижения прочности Δ_R образцов из бетонов фактических классов В2,6 и В9,8 после 9 месяцев промасливания практически равны и составляют 21,9...22,8%, что превышает аналогичный показатель для более плотных образцов из бетона фактического класса В15,5 ($\Delta_R = 16,5\%$).

3. Данные об увеличении веса образцов хорошо коррелируют с результатами оценки изменения глубины промасливания – так после 6 месяцев эксперимента вес образцов групп 2 и 3 практически не изменяется, что также подтверждается и результатами контроля их внутренней структуры и цвета цементного камня образцов.

4. Полученные результаты подтверждают негативное влияние минеральных масел на прочность бетонов, в особенности – низких классов и/или имеющих нарушенную структуру.

Для образцов-кубов с нарушенной структурой снижение прочности бетона при воздействии неотработанного минерального масла И20А в течение 9 месяцев составило 16,5...22,8% (бетоны фактических классов по прочности на сжатие В2,6, В9,8 и В15,5), в то время как в [6] для образцов-кубов с однородной структурой при аналогичных условиях промасливания прочность бетона снизилась на 25...30% (бетоны фактических классов по прочности на сжатие В7,5 и В25). Вместе с тем подтвердилось отмеченное в [6] снижение прочности бетонов, находящихся в минеральном масле менее года. Приведенные в [5] сведения об отсутствии снижения прочности промасленного бетона могут быть объяснены тем, что с высокой степенью вероятности в работе исследовались не насыщенные маслом образцы-керны, а образцы, изменившие цвет при воздействии минеральных масел в определенный период времени.

Библиографический список

1. **Васильев Н.М.** Влияние минеральных масел на физико-механические свойства бетона и его защита: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. – М.: НИИЖБ. – 1966. – 142 с.

2. **Васильев Н.М.** Влияние нефтепродуктов на прочность бетона. // Бетон и железобетон. – 1981. – №3. – С. 36-37.

3. **Васильев Н.М.** Методы обследования конструкций, пропитанных нефтепродуктами. // Бетон и железобетон. – 1982. – №4. – С. 27-28.

4. **Саратов А.Д.** Физико-химические особенности соединимости бетона, подвергнувшегося воздействию минеральных масел: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05. – Харьков: ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ. – 1987. – 174 с.

5. **Улыбин А.В.** Изменение прочности промасленного бетона эксплуатируемых конструкций. / Материалы VII международной научно-практической конференции “Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения” (13-14 октября 2016 г., Санкт-Петербург) [Электронный ресурс]. 2016. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_28353211_22772653.pdf

6. **Юсупова Ю.Ф.** Влияние минеральных масел на эксплуатационные качества железобетонных конструкций. // Известия КазГАСУ. Строительные материалы и технологии. – 2008. – №1 (9). – С. 137-140.

7. **Яковлева М.В., Юсупова Ю.Ф.** Исследование структуры бетона, пропитанного органическими средами. // Башкирский химический журнал. – 2009. – №3. – С. 48-53.

8. ГОСТ 22690-2015. Межгосударственный стандарт Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293759/4293759359.htm> (дата обращения 27.12.2018).

9. ГОСТ 18105-2010. Межгосударственный стандарт Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293794/4293794412.htm> (дата обращения 27.12.2018).

10. ГОСТ 10180-2012. Межгосударственный стандарт Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293782/4293782275.htm> (дата обращения 27.12.2018).

Материал поступил в редакцию 15.01.2019 г.

Сведения об авторах

Кловский Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры

инженерных конструкций, главный специалист, ООО «НПЦ «Перспектива»; 105094, г. Москва, Семеновская наб., 2/1 с. 1; e-mail: alexey.klovskiy@yandex.ru

Чумичева Марина Михайловна, кандидат технических наук, заведующая кафедрой инженерных конструкций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49: e-mail: esyusha@gmail.com

Мареева Ольга Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных конструкций ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49: e-mail: mareevaolgav@gmail.com

A.V. KLOVSKY^{1,2}

¹Limited liability company «Perspektiva» research and production center, Moscow, Russian Federation

M.M. CHUMICHEVA, O.V. MAREEVA

²Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

CHANGE OF STRENGTH OF CONCRETE WITH A BROKEN STRUCTURE UNDER THE INFLUENCE OF MINERAL OILS

The purpose of investigation is to give a quantitative assessment of a possible strength changing of concrete cube samples with a broken structure at different stages of oiling: after 3, 6 and 9 months of being in oil (stages I, II and III accordingly). The object of the investigations were concrete cube samples with a broken structure of heavy concrete of different strength classes. In the article there are considered general questions of mineral oils influence on the concrete strength, main contradictions in research results of different authors were noted on this theme. There is stated a methodology of carrying out experimental laboratory research of concrete cube samples with broken structure under the influence of unused mineral oil I-20A during 3, 6 and 9 months (stages I, II and III accordingly). There are considered three groups of samples of heavy concrete based on gravel filler of different categories of compressive strength: V15.5 (group 1); B9.8 (group 2) and V2.6 (group 3). During the experiment for each of samples at the corresponding control stage, actual compressive strength and weight were determined, for some samples – the depth of oiling. Based on the analysis of the obtained results there is given a quantitative assessment of the reduction of concrete strength (up to 22.8% from the initial strength for samples of group 2), weight increasing (up to 12.9% from the initial weight for samples of group 2) and oiling depth (up to 100% of samples of groups 1 and 2) of concrete cube samples after 3, 6 and 9 months of being in oil. There is shown a negative influence of mineral oils on strength of concrete with a broken structure even at initial stages of oiling (up to 1-1.5 years), especially for concretes of low classes of compressive strength.

Strength of concrete, concrete with a broken structure, oiling, reduction of strength, depth of oiling.

References

1. **Vasiljev N.M.** Vliyanie mineralnyh masel na fiziko-mehchanicheskie svoystva betona i ego zashchita: dis... kand. Tehn. nauk: 05.23.05. – M.: NIIZHB. – 1966. – 142 s.
2. **Vasiljev N.M.** Vliyanie nefteproduktov na prochnost betona. // Beton i zhelezobeton. – 1981. – N3. – S. 36-37.
3. **Vasiljev N.M.** Metody obsledovaniya konstruktsij, propitannyh nefteproduktami. // Beton i zhelezobeton. – 1982. – N4. – S. 27-28.
4. **Saratov A.D.** Fiziko-himicheskie osobennosti soedinimosti betona, podvergavshegosya vozdeystviyu mineralnyh masel: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.23.05. – Kharkov: PROMSTROJNIIIPROEKT. – 1987. – 174 s.
5. **Ulybin A.V.** Izmenenie prochnosti promaslennogo betona ekspluatiruemyh konstruktsij. / Materialy VII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Obsledovanie zdaniy i sooruzhenij: problem i puti ih resheniya sledovanie» (13-14 oktyabrya 2016 g., Sankt-Peterburg) [Elektronny resurs]. 2016. Rezhim dostupa: https://elibrary.ru/download/elibrary_28353211_22772653.pdf
6. **Yusupova Yu.F.** Vliyanie mineralnyh masel na ekspluatatsionnye kachestva zhelezobetonnyh konstruktsij. // Izvestiya KazGASU. Stroitelnye materialy i tehnologii. – 2008. – N1 (9). – S. 137-140.

7. **Yakovleva M.V., Yusupova Yu.F.** Исследование структуры бетона, пропитанного органическими средами. // Башкирский химический журнал. – 2009. – №3. – С. 48-53.

8. GOST 22690-2015. Mezhdgosudarstvenny standart Betony. Opredelenie prochnosti mehanicheskimi metodami nerazrushayushchego kontrolya. [Elektronny resurs]. – Rezhim dostupa: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293759/4293759359.htm> (data obrashcheniya 27.12.2018).

9. GOST 18105-2010. Mezhdgosudarstvenny standart Betony. Pravila kontrolya i otsenki prochnosti. [Elektronny resurs]. – Rezhim dostupa: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293794/4293794412.htm> (data obrashcheniya 27.12.2018).

10. GOST 10180-2012. Mezhdgosudarstvenny standart Betony. Metody opredeleniya prochnosti po kontrolnym obraztsam.. Rezhim dostupa: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293782/4293782275.htm> (data obrashcheniya 27.12.2018).

The material was received at the editorial office
15.01.2019 g.

Information about the authors

Klovsky Alexey Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of engineering structures, engineer, OAO «State design and research institute of the aviation industry; 127083, Moscow, ul. Verhnyaya Maslovka, 20, e-mail: alexey.klovskiy@yandex.ru

Chumicheva Marina Mikhailovna, candidate of technical sciences, head of the department of engineering structures FSBEI HE RGAU-MSHA after C.A. Timiryazev»; 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49; e-mail: esyusha@gmail.com

Mareeva Olga Victorovna, candidate of technical sciences, associate professor of the department of engineering structures FSBEI HE RGAU-MSHA after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49; e-mail: mareevaolgav@gmail.com