

УДК 691.327:621.892

**ВИДЫ И ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗКАМ ДЛЯ ФОРМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**В.И. ПОЛИВКО, Р.Ю. МОРОЗ, А.А. ЛЮБИНСКАЯ**  
(Представлено: Л.М. Парфенова)

*В статье показано, что получение качественной поверхности без дефектов зависит от состава и механизма действия смазки. Представлен краткий анализ видов и состава смазочных материалов. Отмечается, что при использовании смазок должен учитываться экологический фактор. С точки зрения экологической безопасности перспективным является применение в составе смазочных материалов растительных масел.*

В соответствии с ГОСТ 13015.0-83 «Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования» [1] качество поверхностей бетонных конструкций подразделяют на категории от А1 до А7. Размеры раковин, местных наплывов и впадин на бетонной поверхности и околосредовых ребер конструкций не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

Таблица 1. – Требования к поверхности бетонных изделий по ГОСТ 13015.0-83

Категория бетонной поверхности конструкции	Диаметр или наибольший размер раковины	Высота местного наплыва (выступа) или глубина впадины	Глубина окола бетона на ребре, измеряемая по поверхности конструкции	Суммарная длина околосредовых ребер бетона на 1 м ребра
A1	Глянцевая (по эталону)		2	20
A2	1	1	5	50
A3	4	2	5	50
A4	10	1	5	50
A5	не регламентируется	3	10	100
A6	15	5	10	100
A7	20	не регламентируется	20	не регламентируется

На лицевых поверхностях конструкций не допускаются жировые и ржавые пятна. Основное назначение бетонных поверхностей конструкции представлено в таблице 2.

Таблица 2. – Основное назначение бетонных поверхностей конструкции

Категория бетонной поверхности	Основное назначение поверхности конструкции
A1	Глянцевая поверхность, не требующая отделочного покрытия на строительной площадке
A2	Поверхность, подготовленная под улучшенную окраску (без шпатлевания на строительной площадке) или высококачественную окраску (с одним слоем шпатлевки на строительной площадке)
A3	Поверхность, подготовленная под декоративную отделку пастообразными составами (без шпатлевания на строительной площадке); под улучшенную или высококачественную окраску; под оклейку обоями
A4	Поверхность, подготовленная под оклейку обоями, линолеумом и другими рулонными материалами; под облицовку плиточными материалами на клею
A5	Поверхность, подготовленная под облицовку плиточными материалами на растворе
A6	Поверхность, подготовленная под простую окраску, а также неотделяемая поверхность, к которой не предъявляют требования по качеству
A7	Поверхность, не видимая в условиях эксплуатации

Требуемое качество поверхности бетонных изделий обеспечивается за счет нанесения смазочных материалов на поверхность форм. Основная цель смазки форм заключается в решении задачи по сведению к минимуму или полному устранению сил сцепления затвердевшего бетона с поверхностью бортовоснастки [2].

Разделительная смазка должна образовывать на поверхностях формы разделительную плёнку достаточной толщины, которая бы обеспечивала лёгкость раскрытия форм, максимальную чистоту поверхности формы и изделия, была устойчива в течение продолжительного времени к действию внешних факторов, не снижала прочности поверхностного слоя изделия из бетона, повышала оборачиваемость форм (опалубки) [3].

Основными требованиями к смазочным материалам являются обеспечение возможности механизации и автоматизации приготовления и нанесения их на поверхность форм, отсутствие необходимости в очистке поверхности форм от остатков бетона, отсутствие пятен и воздушных пор на поверхностном слое. Смазки должны сохранять свои рабочие свойства в условиях низких температур окружающей среды (на открытых площадках), не вызывать коррозии металлических форм, не содержать летучих, вредных для здоровья человека веществ, быть безопасными в пожарном отношении [4].

Отмечается [5], что среди эксплуатационных свойств смазок важную роль играют вязкость, температуры вспышки и застывания. Вязкость смазки должна варьироваться в интервале 1.4–2.0 мм<sup>2</sup>/с при 80 °С, и 5.0–10.0 мм<sup>2</sup>/с при 20 °С. Повышенная вязкость влечет за собой дополнительные затраты на нагрев до необходимой консистенции. Температура вспышки должна быть не ниже 140 °С для обеспечения пожарной безопасности процесса, температура застывания – не выше –10 °С для обеспечения постоянства консистенции при хранении и транспортировании [5].

В зависимости от состава, физико-химических свойств и по технологическим признакам все смазки для форм железобетонных изделий подразделяются на суспензионные, смазки – замедлители схватывания, гидрофобизирующие и комбинированные [6].

В состав смазок входят различные химические соединения, в том числе нефтепродукты и масла (машинное масло, битум, гудрон, жировой гудрон, минеральное масло, ланолин, остатки после нефтеулавливания, соляровое масло, кулисная паровозная смазка, силиконовое масло); эмульсолы (нефтяной и эмульсол кислый синтетический); парафин; канифоль; жирные кислоты (пальмитиновая кислота, кубовые остатки нафтеновых и синтетических жирных кислот, олеиновая кислота); мыла, в том числе хозяйственное и различные продукты нейтрализации жирных кислот; кальцинированная сода; различные твердые материалы (мел, кремниевая горная порода, шлам бетонных мозаичных плит, глины, шлифовальный отход, белый цемент, цементная пыль-унос вращающихся печей); жидкое стекло, а также вода [2; 3; 7; 8; 10].

Обзор современных смазок, обеспечивающих максимальное высокое качество продукции, выполнен Шатовым А.Н. [9]. Автор изучил многочисленные патентные публикации в области смазок и представил основные составляющие типовых смазок. Показано, что смазки включают следующие основные компоненты:

– пленкообразователь – вещество, непосредственно предопределяющее разделительную функцию смазки, способствующую облегчению процесса извлечения изделия из формы. В импортном производстве широкое применение нашли так называемые синтетические смазочные материалы, превосходство которых по сравнению с другими общеизвестными компонентами состоит в низкой испаряемости, вязкостных характеристиках и возможности применения в широких диапазонах температур, а также растительные масла, безопасные в экологическом отношении и выгодные с точки зрения экономичности расхода;

– добавки, или присадки обеспечивают дополнительное действие либо усиление уже имеющегося эффекта. Эти вещества способны препятствовать развитию коррозии металлических поверхностей нанесения, принудительному выталкиванию из контактных зон зашлепленного воздуха при формовке и вибрации, а также, что немаловажно, обеспечивают стабильность готовой смазки в период хранения. Большинство таких полифункциональных смазок содержат в своем составе добавки, которые реагируют с бетоном на химическом уровне, направленно препятствуя образованию связей. Этот эффект значительно облегчает процесс извлечения изделий из форм и препятствует налипанию бетона к поверхностям;

– растворители – вещества, которым приписывается одна из основных ролей в обеспечении универсальности свойств готовой к использованию смазки. С их помощью достигаются необходимые вязкость и время высыхания, которые становится достаточно легко регулировать под конкретную конфигурацию формы и опалубки. Как правило, растворители, применяемые в составе эффективных смазок, представлены углеводородами алифатического строения.

Отмечается [2], что наиболее широко применяются в производстве бетонных и железобетонных изделий эмульсионные смазки. В их состав входят гидрофобные вещества, вода и стабилизаторы. «Механизм» действия заключается в образовании гидрофобной пленки на поверхности форм (бортоснастки), которая способствует снижению сил сцепления с затвердевшим бетоном. В качестве гидрофобного компонента используют, например, эмульсол кислый синтетический (ЭКС; концентрированная эмульсия, состоящие из ~ 35% веретеного масла, ~ 5% высокомолекулярных синтетических кислот и ~ 60% воды) и его аналогов.

Смазки типа эмульсионных следует наносить распылением через распылитель или с помощью вращающегося валика, масляные смазки наносят, как правило, кистью, консистентные – втиранием вручную. Расход эмульсионных смазок – 200-300 г на 1 м<sup>2</sup> поверхности формы, масляных – 150-200 г/м<sup>2</sup>, консистентных – до 30 г/м<sup>2</sup>. Излишки смазки, скапливающиеся в углублениях на рабочей поверхности поддона, должны быть удалены.

При хранении смазка Эмульсол может расслаиваться, поэтому его надо периодически помешивать. Смазка на основе Эмульсола является водным раствором, поэтому при температуре ниже нуля она замерзает. Эта смазка превосходно смачивает стальные поверхности и удерживается на горизонтальных и вертикальных плоскостях, гарантируется легкость распалубки и чистая поверхность бетонных изделий. При этом смазка не ядовита и не имеет неприятного запаха [10].

В работе [11] отмечается, что практика применения эмульсионных смазок на основе эмульсолов показала, что они также способны образовывать на поверхности бетона темные масляные пятна, а в процессе эксплуатации способны проявляться даже сквозь краску и обои (при переизбытке наносимой смазки, что встречается в реальных условиях производства бетонных и железобетонных изделий). С технологической точки зрения применение таких смазок вызывает различные затруднения: смазку необходимо наносить заранее перед формовкой и выждать до испарения воды из эмульсии; при смешивании в контактном слое цементного молока со смазкой и при дальнейшей тепло-влажностной обработке изделия как следствие происходит разупрочнение поверхностных слоев бетона и образование пылевидного налета на поверхности. Кроме того, смазки могут способствовать коррозии металлических форм (в зависимости от применяемой смазки и тот металла форм).

Смазки - замедлители схватывания в своем составе содержат: воду; гидрофобное вещество (масла); замедлитель; известковое молоко, в соотношении, зависящим от цели и условий использования. Отмечается [2], что применение таких составов в качестве смазки ограничено. Чаще их используют в варианте пропитки пористого картона или войлочных материалов, которые укладываются подстилающим слоем в форму на поддон с целью последующего оголения декоративного заполнителя. В качестве замедлителей используют ЛСТ (лигносульфанаты технические), мылонафт, животный клей (костный), кормовую и сахарную патоки.

Смазки - суспензии (или - дисперсии) представляют собой взвесь тонкодисперсного твердофазного материала в воде. При испарении воды на обрабатываемой поверхности образуется «пленка» в виде тонкого сплошного слоя дисперсного порошка, практически полностью исключая ее сцепление с затвердевшим бетоном. Такие смазки готовят в виде водных суспензий: известковой, меловой, глиняной, шламовой. Для усиления эффекта используют водно-масляные суспензии, которые кроме указанного содержат гидрофобизирующие вещества (например, мылонафт, петролатум и пр.). Данная разновидность смазок может быть применена в производстве изделий с неотделяемыми и невидимыми в процессе эксплуатации поверхностями, либо с их очисткой от остатков смазки и дополнительной обработкой [2].

В приведенном в учебном пособии «Технология производства железобетонных изделий» [2] обзоре смазок, отмечается, что широкую перспективу применения имеют пленкообразующие смазки. Данные смазочные материалы характеризуются тем, что на обрабатываемой поверхности форм (бортоснастки) формируется тонкая полимерная пленка, практически исключая сцепление с затвердевшим бетоном. Ее гляцевая поверхность обеспечивает высокое качество поверхности бетона. Одним из обязательных условий при изготовлении изделий, поверхность которых подлежит последующей отделке, является самораспадение пленки после однократного оборота форм [2].

Сегодня в производстве железобетонных изделий и строительстве зданий используют широкий ассортимент разделительных смазок как отечественного, так и зарубежного производства: Slappolia-A (Castrol, Германия), Primus VNP-90 (Bechem, Нидерланды), ADDINOL F10, MRA (ADDINOL, Германия), СЕМБЕТОН (NOX-crete, США), MOLDOL LW 5833 (TOTAL, Франция), Biotrenn 327 (Германия) и другие.

В работе [12] исследовались отечественные смазки СЗАЖ-II-M и АТ-5Б. Было установлено, что применение отечественной смазки СЗАЖ-II-M приводит к уменьшению пор размером 1 мм на 30%, пор размером 1...2 мм на 45%, пор размером 2...4 мм на 33% по сравнению со смазкой АТ-5Б [12].

Одной из новых смазок на «Новополюцкжелезобетон» является V20 SAWD фирмы ИООО «ДВЧ-Менеджмент» [13]. Отличительной особенностью данной смазки является:

- низкая адгезия к бетону, что обеспечивает хорошее отделение железобетонных конструкций при распалубке форм;
- хорошее качество наружной поверхности форм;
- способствует уменьшению пористости.

При этом в последнее время большое внимание уделяется экологическому аспекту. Применение в составе смазочных материалов таких распространенных реагентов, как отработанные масла, смолистые соединения, характеризующихся высокой канцерогенностью, ограничивается. Нежелательно использование так же водорастворимых добавок, кислот, щелочей, разрушающих оксидную пленку железа и ухудшающих экологические показатели производства.

Еще одним направлением обеспечения экологической безопасности является использование биоразлагаемых материалов. Отмечается [14], что из всех типов масел наиболее высокой степенью биоразлагаемости характеризуются растительные масла, а также сложные синтетические эфиры и полигликоли. Ввиду наличия некоторых отрицательных моментов, включая быструю окисляемость и низкую термостойкость растительных масел, а также высокую стоимость синтетических масел, более рациональным по мнению авторов работы [14] представляется использование в качестве базового масла для экологически безопасных смазочных материалов смеси в определенных пропорциях растительного и минерального масел.

По химическому составу растительные масла представляют собой триглицериды - полные сложные эфиры глицерина и одноосновных карбоновых кислот, как насыщенных (стеариновой, пальмитиновой), так и непредельных (олеиновой, линолевой). В маслах всегда присутствуют свободные кислоты (а иногда и спирты), мыла, фосфатиды, витамины, красящие и слизистые вещества [14].

Специфический состав таких продуктов обуславливает их уникальные свойства как смазочных материалов. Входящие в состав растительных масел жирные кислоты действуют как поверхностно-активные вещества (ПАВ), их сложные эфиры образуют смазочную пленку на поверхности трения, жирные спирты выступают в роли своеобразных растворителей [15].

Во многих случаях важнейшим аспектом, делающим растительные масла привлекательными в качестве компонента смазочного материала, является высокое содержание в них олеиновой кислоты. Рапсовое товарное масло «Канола» содержит 60% олеиновой кислоты.

Исследования физико-механических свойств растительных и нефтяных масел, проведенные в работе [16], показали, что исследованные растительные масла (хлопковое, подсолнечное, рапсовое, оливковое, соевое, пальмовое, касторовое, миндальное, ореховое, виноградное), за исключением касторового, очень близки по вязкости, которая находится в пределах 7,21...8,62 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С. Их индекс вязкости и температура вспышки находятся в пределах соответственно 151...172 и 224...320 °С. Эти масла по отдельным физико-химическим характеристикам соответствуют нефтяным, а по индексу вязкости и температурам вспышки и застывания, за исключением пальмового, значительно превосходят их. Кислотное число растительных масел высокое. Исследования показали, что растительные масла хорошо совмещаются между собой и с нефтяными маслами. Смешивая высоковязкое касторовое масло с другими маслами, можно получать продукты различной вязкости. Так, смешением в разных соотношениях хлопкового и касторового масел получены растительные масла вязкостью 8, 10, 12, 14, 16 и 18 мм<sup>2</sup>/с при 100 °С. По смазочным свойствам растительные масла превосходят нефтяные.

**Заключение.** Получение качественной поверхности без дефектов зависит от состава и механизма действия смазки. Использование некачественных смазок может привести к нежелательному окрашиванию бетона, удержанию воздушных пузырьков и прочим негативным последствиям. С точки зрения технологических требований важно, чтобы смазка в большей степени смачивала материал формы, а в меньшей – поверхность бетона. Возобновляемость сырьевых ресурсов, экологическая безопасность, высокие смазывающие свойства обуславливают интерес к растительным маслам в качестве основ и компонентов смазочных материалов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13015.0-83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования. – Введ. 01.01.84. – М.: Госкомитет СССР, 1983. – 11 с.
2. Батяновский Э.И. Технология бетонных и железобетонных изделий // Учебное пособие. – Мн.: Высшая школа, 2017. – 305 с.
3. Галиакбаров А. Р., Рахимов М. Н., Баулин О. А. Разработка разделительной смазки для форм бетонных изделий // Башкирский химический журнал. – 2010. – Том 17. – № 2. – С. 73 – 76.
4. Галиакбаров А.Р. Разработка разделительных смазок для форм бетонных изделий: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.07 / А.Р. Галиакбаров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2011. – 1-24 с.
5. Эффективные смазки для форм в производстве сборного железобетона [Текст] / О. И. Довжик, В. Б. Ратинов; Всеобщ. науч.-исслед. ин-т заводской технологии сборных железобетонных конструкций и изделий "ВНИИЖелезобетон". – Москва: Стройиздат, 1966. – 139 с.
6. Юхневский П. И. Смазки для форм: анализ свойств в связи со структурой компонентов / П. И. Юхневский, Н. П. Дмитриади // Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров: сборник статей по материалам Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения И.Н. Ахвердова и С.С. Атаева, Минск, 9–10 июня 2016 г.: в 2 ч. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: Э. И. Батяновский, В. В. Бабицкий. – Минск, 2016. – Ч. 1. – С. 253-258.
7. Юхневский П.И. О синергетическом влиянии смазки и химических добавок на получение качественной поверхности бетонных изделий / П. И. Юхневский, Н. П. Дмитриади // Наука и техника.
8. Марковский М.Ф. Разделительные смазки для изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций /М.Ф. Марковский, Н.В. Вориводская, Л.И. Ивашко и др. // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров. Сб.научн. статей.–Гродно, 2010. – С. 333-336.
9. Шатов А.В. Смазки для форм и опалубки: правильный выбор для повышения конкурентоспособности в строительстве // Технологии бетонов. – 2013. – № 9. – С. 12 – 18.
10. Лосева М. В. Интенсификация процесса приготовления технологической жидкости : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.13. – Иваново, 2005 – 122 с.
11. Юхневский П.И. Влияние химической природы добавок на свойства бетонов / П.И. Юхневский. – Минск: БНТУ, 2013. – 310 с.
12. Разуева Е. А., Бозылев В. В., Парфёнова Л. М. К вопросу получения беспоровой поверхности плитных конструкций, изготовленных по кассетной технологии // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – 2016. – 8. – С.47-52. <https://journals.psu.by/constructions/article/view/1377>
13. Смазка разделительная универсальная V20 - MDD - Группа компаний «MDD» ([mdd-bel.com](http://mdd-bel.com)). – Режим доступа: <https://mdd-bel.com/products/razdelitelnye-smazki/smazka-razdelitelnaya-universalnaya-v10-2>. – Дата доступа: 20.01.2024.
14. Жорник А.В., Ивахник А.В., Запольский А.В. Экологически безопасные смазочные материалы на основе смеси растительного и минерального масел // Вестник Витебского государственного технологического университета, 2022. – №1 (42). – с. 99 – 114.
15. Фукс, И.Г. Растительные и животные жиры - сырье для приготовления товарных смазочных материалов / И.Г. Фукс [и др.] // ХТТМ. – 1992. – № 4. – С. 34–39.
16. Стрельцов В.В., Стребков С.В. Тенденции использования биологических смазочных материалов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – № 2. – 2009. – С.66-69.