

ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ СМАЗОК ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

**Бурсов Н.Г., Вориводская Н.В., Димитриади Н.П., Ивашко Л.И.,
Обухов А.Е. (РУП "Институт БелНИИС")**

Аннотация. Рассмотрены проблемы технологии приготовления и применения разделительных смазок, для форм в производстве бетонных и железобетонных изделий, а также проанализированы достижения, полученные к настоящему времени в этой области. Основной задачей технологии синтеза современных смазок является разработка рецептур, обеспечивающих высокое качество поверхности бетона и возможность механизации нанесения смазок на формы. Намечены пути синтеза современных отечественных масляных и эмульсионных разделительных смазок.

Потребность в разделительных смазках возникла сразу же с появлением промышленности бетонных и железобетонных изделий. Имеющиеся подручные материалы, первоначально использовавшиеся в качестве смазок (глиняные суспензии, отходы нефтепродуктов и др.) [1-8] не удовлетворяли предъявляемым требованиям как в отношении разделительного эффекта, так и, особенно, в отношении качества поверхности бетонных изделий и, как следствие, возникла необходимость в разработке специализированных смазок.

Обзор литературных источников, посвященных технологии изготовления и применения разделительных смазок на раннем этапе их развития, изложен в монографии О.И. Довжика и В.Б. Ратинова [1]. В указанной работе сформулированы, прежде всего, основные требования, предъявляемые к разделительным смазкам, большинство из которых являются актуальными и в настоящее время. Указывается, в частности, что смазки должны характеризоваться повышенной адгезией к материалу форм, обеспечивающей способность удерживаться на их поверхности, и низкой адгезией к бетону, позволяющей осуществлять качественную распалубку изделий. Кроме того, смазка должна предотвращать образование различных дефектов поверхности готового изделия: пятен, пор, низкой прочности и плотности поверхностного слоя. Разделительная смазка должна обладать антикоррозионными защитными свойствами по отношению к материалу форм, быть безопасной для здоровья людей и окружающей среды, а также приемлемой в экономическом отношении.

В шестидесятых годах прошлого столетия в ряде европейских стран (Чехословакии, ФРГ, Англии) и СССР стали использовать эмульсионные смазки в виде прямых и обратных эмульсий [1, 9]. Эти смазки готовились на основе воды, нефтепродуктов, жирных кислот и небольших добавок фосфорной кислоты,

сода или извести. На ряде предприятий строительной индустрии Советского Союза эмульсионные смазки получили достаточно широкое распространение в 60-80 гг. прошлого века [1, 10]. При их невысокой стоимости они обеспечивали относительно легкую распалубку и хорошее качество поверхности железобетонных изделий. Однако некоторые недостатки эмульсионных смазок, в частности, недостаточная стабильность и удерживаемость на вертикальных поверхностях форм прямых эмульсий и высокая вязкость обратных эмульсий способствовали в дальнейшем распространению безводных масляных смазок. Следует, однако, отметить, что уже тогда было замечено, что эмульсионные смазки имеют ряд важных достоинств, о которых будет сказано ниже.

Масляные смазки представляют собой жидкие растворы, состоящие из минеральных и (или) растительных масел и химических добавок целевого назначения. указанные масла обладают гидрофобными свойствами и, находясь на поверхности форм в виде тонкой пленки, выполняют роль своеобразного физико-химического барьера, обеспечивающего легкое отделение готового изделия от формы. Целевые добавки придают смазке специальные свойства, необходимые для выполнения своего функционального предназначения.

При синтезе масляных смазок на основе большинства обычных технических промышленных минеральных и растительных масел возникают проблемы с получением смазок низкой вязкости от 10 до 20 мм²/с, обеспечивающей возможность их нанесения на поверхность форм методом распыления. Доступные отечественные минеральные и растительные масла, например, И-20А, рапсовое масло и др. имеют кинематическую вязкость при 20 °С от 40 до 80 мм²/с, в то время как для качественного распыления смазки оптимальной является вязкость в интервале от 10 до 20 мм²/с. Задачу снижения вязкости минеральных и растительных масел приходится решать введением низковязких растворителей. Полученные смазки с применением отечественных углеводородных растворителей имеют нежелательный запах, допускаются к использованию в условиях монолитного строительства, и в помещениях, оборудованных специальным постом с вытяжной вентиляцией.

Примерами высоковязких масляных смазок, не содержащих растворителей, являются рецептуры, приведенные в [11-15]. Эти смазки пригодны для нанесения на формы при невысоких температурах ручным способом (кистью, щеткой, и др.). Для их распыления требуется подогревание до 60-70°С. Рецептуры смазок с углеводородным растворителем приведены в [16, 17]. Кроме нефтяных углеводородных растворителей для снижения вязкости масел допускается использовать и другие растворители.

В настоящее время в Республике Беларусь налажено производство метиловых эфиров жирных кислот рапсового масла (МЭЖК). Этот продукт характеризуется низкой вязкостью (около 6,5 мм²/с при 20°С), хорошей растворимостью в минеральных и растительных маслах и, что весьма важно, отсутствием неприятного запаха. Кроме того, он обладает гидрофобными свойствами. Установлено, что метиловые и этиловые эфиры жирных кислот рапсового масла пригодны для синтеза низковязких смазок на основе высоковязких минераль-

ных и растительных масел [19,20]. Некоторые иностранные предприятия производят низковязкие масляные смазки, не содержащие растворителей. Синтез таких смазок осуществляется на основе специальных низковязких рафинированных минеральных масел с добавлением присадок, повышающих свойства активного разделения и предотвращающих коррозию форм. Наименование торговых марок ряда таких смазок и их вязкость приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Вязкость импортных масляных смазок, не содержащих растворителей [18, 22-25]

Торговая марка смазок	Кинематическая вязкость	Единица измерения	Температура, °С	Метод испытания
Addinol F10	10	мм ² /с	40	DIN 51562 ч.1
Trennmittel Universal	60	с, сопло 2 мм	23	DIN 53211 ч.1
Hessol Schalöl	10	мм ² /с	40	DIN 51562 ч.1
Formenal 12	17	мм ² /с	20	DIN 51562 ч.1
Formenal 21	23	мм ² /с	20	DIN 51562 ч.1
Formenal FT-SF	4	мм ² /с	40	DIN 51562 ч.1
Formenal TM-SF	10	мм ² /с	40	DIN 51562 ч.1
Formenal TM-N	4	мм ² /с	40	DIN 51562 ч.1
Formenal DS-W(2)	16	мм ² /с	20	DIN 51562 ч.1
Formenal Bio II	18	мм ² /с	20	DIN 51562 ч.1

Вышеуказанные низковязкие смазки, не содержащие растворителей, обеспечивают хорошее отделение изделий от форм и хорошее качество поверхности бетона по [21], однако чрезвычайно дороги, например смазка Formenal 12 стоит свыше 100 000 бел. руб./кг. В Республике Беларусь отсутствует производство рафинированных низковязких минеральных масел, которые можно было бы использовать для синтеза отечественных низковязких смазок, а их импорт экономически не целесообразен. Следовательно, разработку отечественных масляных смазок, на наш взгляд, следует вести на основе отечественных минеральных масел, характеризующихся средней вязкостью, в частности, индустриального масла И-20А, с разбавлением их растворителями, например, метиловыми эфирами жирных кислот рапсового масла и пр.

В настоящее время в мировой практике прослеживается объективная тенденция возврата к более широкому использованию эмульсионных смазок [26-35]. Несмотря на ряд некоторых недостатков, эмульсионные смазки имеют несомненные достоинства: они более экологичны, обладают низкой стоимостью и в то же время способны обеспечивать легкое отделение изготовленных изделий от формы и высокое качество поверхности бетона. Важным достоинством эмульсионных смазок является возможность их нанесения на поверхность форм в виде тонкого слоя с минимально необходимым содержанием действующего вещества (гидрофобизатор плюс целевые добавки), который сложно

получить в случае использования масляных смазок. Сделанный вывод подтверждается экспериментальными результатами. Нами установлено, что для качественного разделения затвердевшего бетона и стальной формы достаточен слой смазки, содержащий от 6 до 10 г. действующего вещества на 1 м² поверхности. Практически минимальная толщина слоя смазки, которую можно получить традиционными способами нанесения, составляет 20 - 50 г/м². Следовательно, в случае использования масляных смазок на форму наносится избыток смазки. При применении же эмульсионной смазки 20 – 40 % концентрации в практически нанесенном слое смазки 20 – 50 г/м² как раз содержится минимально необходимое количество действующего вещества (6 – 10 г/м²).

Появившийся интерес к эмульсионным смазкам и перспективность их применения подтверждается нижеприведенной информацией. Австрийская компания *DoKa GmbH* производит и поставляет потребителю эмульсионную разделительную смазку *DoKa-Optix*, предназначенную для нанесения на впитывающие и невпитывающие поверхности форм и обеспечивающую высокое качество поверхности бетона [26]. Смазка изготавливается на основе растительных масел, является биоразлагаемой, работоспособной при температурах от -4°С и пригодной для нанесения на формы распылением. Эффективные эмульсионные смазки на основе нерастворимых в воде спиртов жирного ряда предлагаются в [27,28].

Смазки в виде обратных эмульсий с использованием масляных фаз описаны в [10]. Интересная информация о достоинствах эмульсионных смазок, технологии их приготовления и перспективности применения содержится также в ряде других источников [29-35].

В заключении следует отметить, что к настоящему времени достигнуты значительные успехи технологии синтеза и использования разделительных смазок, отвечающие современным требованиям при производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Современные смазки, выполняя функцию разделительного средства между формой и бетонным изделием, принимают также активное участие в формировании высокого качества поверхности готового изделия. Таким образом, современные смазки обеспечивают легкое отделение изделий от форм, бездефектную поверхность бетона и чистую поверхность форм. К сожалению, производство большинства качественных разделительных смазок, в частности масляных, не содержащих растворителей, находится за пределами Республики Беларусь.

Несмотря на достигнутые успехи далеко не все вопросы технологии приготовления и применения высококачественных разделительных смазок уже решены. В частности, существуют проблемы с приданием смазкам свойства гарантированно обеспечивать гладкую безпористую поверхность бетона, близкую к требованиям категории А1-А2 по [21]. Следует отметить, что даже лучшие импортные смазки не всегда решают эту задачу. Имеются также проблемы с обеспечением чистоты поверхности форм, например, немецкая смазка *Formenal FT-SV*, обеспечивая хорошую поверхность бетона, оставляет пылеобразный налет на поверхности форм и не справляется с защитой форм от коррозии.

Эмульсионные смазки, кроме указанных проблем, требуют повышения способности к сохранению стабильного агрегатного состояния в течение длительного времени. Недостаточно полно решены вопросы, связанные с технологией нанесения смазок на формы, особенно смазок с повышенной вязкостью. Представляется целесообразным и перспективным разработать отечественные распылительные установки, способные обеспечивать подогревание распыляемых смазок до температуры 50-70°C, при которой смазки с вязкостью около 60 мм²/с при 20°C приобретают вязкость 15 – 20 мм²/с и становятся вполне распыляемыми.

В связи с высокой стоимостью импортных разделительных смазок в Республике Беларусь необходимо разрабатывать отечественные смазки с высокими техническими показателями. Учитывая отсутствие производства отечественных низковязких масел, внимание следует сосредоточить на разработке масляных смазок на основе отечественных минеральных и растительных масел и отечественных растворителей, прежде всего метиловых эфиров жирных кислот рапсового масла, а также на разработке отечественных водоэмульсионных смазок. Считаю целесообразным уделить должное внимание разработке новых не имеющих неприятного запаха растворителей минеральных и растительных масел, например, этиловых эфиров жирных кислот и диэтилоксалата. Представляется также перспективным провести исследования по разработке отечественных смазок с использованием продуктов, содержащих жирные кислоты растительных масел, имеющихся на ряде белорусских предприятий.

Литература. 1. Довжик О.И., Эффективные смазки для форм в производстве сборного железобетона. / О.И.Довжик, В.Б. Ратинов – М., Госстройиздат, 1966. 2. Тамарин А.А., Механизация приготовления, транспортирования и нанесения эмульсионно-масляной смазки/ А.А. Тамарин, К.Г. Хайдуков, А.А.Фоломеев// Механизация строительства –1955, №3. 3. Москалев И.И., Смазки для нанесения на формы железобетонных изделий/ И.И. Москалев// Строительство предприятий нефтяной промышленности – 1956, №9. 4. Ефимов Н.Н., Механическая смазка стальных форм. / Н.Н. Ефимов // Техническая информация по капитальному строительству – М. Оборонгиз, 1958, вып.28. 5. Бессер Я.Р., Смазки для опалубочных форм/ Я.Р. Бессер //Строитель –1958, №3. 6. Либман А.Я., О смазках для металлических форм/ А.Я.Либман // БТИ, Главмосжелезобетон –1957, №4. 7. Линьков И.М., Петролатумно-керосиновая смазка ПК для опалубки и форм железобетонных конструкций./ И.М. Линьков// Строительная промышленность – 1957, №6. 8. Продос Н.П., Универсальные смазки для форм// Строитель –1962, №6. 9. Вааржин Ф., Химические добавки в строительстве/ Ф. Вааржин, Р.Кргма – М. Стройиздат, 1964. 10. Войтович В.А., Эффективные антиадгезионные смазки для опалубок монолитного железобетона на основе фузов/ В.А.Войтович, И.Н.Хряпченкова// Защита бетона. Экспозиция – 1-Б(82), январь, 2009, стр 27-29. 11. Патент RU 2184033 С1, 2002. 12. Патент RU 2355743 С2, 2009. 13. Патент RU 2360796 С2, 2009. 14. Патент BY 1911 С1, 1997. 15. [Http://systema.dp.ua/p1843341-sikaseparol-smazka-dlya.html](http://systema.dp.ua/p1843341-sikaseparol-smazka-dlya.html); дата досту-

па: 18.07.2013. 16. Патент ВУ 11526 С1, 2009. 17. М.Ф. Марковский и др., Разделительные смазки для изготовления бетонных и железобетонных изделий и конструкций / М.Ф. Марковский и др.// Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров – ГрГУ, г.Гродно, 2010, стр.333-336. 18. [Http://snline.ru](http://snline.ru); дата доступа: 22.07.2013. 19. Патент ВУ 14640 С1, 2011. 20. Галиакбаров А.Р., Разработка разделительных смазок для форм бетонных изделий: автореф. дисс. ... канд. техн. наук:05.17.07/ А.Р. Галиакбаров, – Уфа, 2011. 21. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования: ГОСТ 13015.0-83. – введ. 01.01.84. – М.,1991. 22. [Http://vekha.ru](http://vekha.ru); дата доступа: 18.07.2013. 23. [Http://mvektor.by](http://mvektor.by); дата доступа: 30.03.2016. 24. [Http://www.hessol-lubrication.de](http://www.hessol-lubrication.de); дата доступа: 30.03.2016. 25. [Http://snline.ru](http://snline.ru); дата доступа: 22.07.2013. 26. [Http://www.doka.com](http://www.doka.com); дата доступа: 18.07.2013. 27. Патент WO1996023638A1, 1996. 28. Патент WO 1998012032 A1, 1998. 29. Патент US 20020172759 A1, 2002. 30. Патент WO 2012096762 A1, 2012. 31. Патент EP 1900702 A1, 2008. 32. Патент EP 1888310 A1, 2008. 33. Патент EP 0561465 B1, 1997. 34. Патент EP 0773091 A2, 1997. 35. Патент EP 0773091 A3, 1998.