

Бурсов Николай Генрихович, заведующий научно-исследовательской лабораторией, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Димитриади Николай Павлович, инженер-конструктор 2-й кат., РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Ивашко Леонид Иванович, научный сотрудник, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Обухов Алексей Евгеньевич, научный сотрудник, РУП «Институт БелНИИС», г. Минск (Беларусь)

Mikalay Bursau, chief of the scientific-research laboratory, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

Nikalai Dimitriadi, design engineer of the 2nd category, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

Leanid Ivashko, research assistant, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

Aliaxeï Obukhav, research assistant, "Institute BelNIIS", RUE, Minsk (Belarus)

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ СМАЗОК ДЛЯ ФОРМ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

TO THE QUESTION OF SYNTHESIS OF PARTING GREASES FOR FORMWORKS IN CONCRETE PRODUCTION

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований рецептурного состава и технологии приготовления разделительных смазок, предназначенных для нанесения на рабочие поверхности форм и опалубок традиционными способами при производстве бетонных и железобетонных конструкций. Выполненная работа была направлена на определение экономически оправданных отечественных компонентов, придающих разделительным смазкам требуемые функциональные свойства. Основное внимание уделено исследованию вязкости композиций, состоящих из индустриального масла и растворителей – нефтяного растворителя и метиловых эфиров жирных кислот, производство которых имеется в Республике Беларусь. Установлено, что указанные сырьевые материалы при смешивании образуют истинные растворы, вязкость которых в зависимости от состава изменяется в широком интервале (от 1,6 до 170 мм²/с). Ряд составов с кинематической вязкостью в диапазоне от 2 до 20 мм²/с при температуре 20°C представляет интерес в качестве ос-

новы для синтеза разделительных смазок, так как кроме низкой вязкости при введении модифицирующих добавок они характеризуются требуемыми значениями других важных показателей, в частности, низкой величиной адгезии бетона к материалам форм и опалубок, способностью защищать их от коррозии в тепловлажностных условиях твердения бетонной смеси и др. Выявлен ряд недостатков, поиск путей устранения которых будет производиться в дальнейшей работе.

ABSTRACT

The article presents the results of the research of composition and preparation technology of the parting greases to be used for smearing on working surfaces of forms and timberings in traditional ways during the manufacture of concrete and reinforced concrete structures. The executed work has been focused on the determination of economically reasonable domestic components that provide parting greases with the demanded functional properties. The basic attention is focused on the research of viscosity of the compositions that consist of industrial oil and solvents – oil solvent and fatty acid methyl esters which are manufactured in the Republic of Belarus. It is established that the specified raw materials being mixed form the true solutions. The viscosity of the solutions, according to the structure, changes in a wide interval (from 1,6 to 170 mm²/s). A number of compositions with kinematic viscosity in a range from 2 to 20 mm²/s at a temperature of 20°C are of interest as a basis for synthesis of parting greases. The reason is that except for the low viscosity at introduction of modifying additives the compositions are characterised with the demanded values of other important indicators, in particular, the low adhesion characteristics of concrete to materials of forms and timberings, the ability to protect them from corrosion in heat-damp conditions of a concrete mixture hardening etc. A number of lacks are revealed. The search of the possible ways to eliminate the lacks will be held in further research work.

Ключевые слова: кинематическая вязкость, разделительные смазки, адгезия, коррозионное воздействие, растворитель, разбавитель

Keywords: kinematic viscosity, parting greases, adhesion, corrosive attack, solvent, diluent

Современные требования к качеству сборных бетонных и железобетонных конструкций и изделий обусловили существенное изменение производственных технологий и появление специальных разделительных смазок. Основным функциональным требованием к современному смазочному материалу подобного назначения является предотвращение прилипания бетона к поверхности форм за счёт образования стабильного смазочного слоя с хорошей адгезией к поверхности формы,

а также облегчение отделения бетонных элементов от неё. При этом смазка должна выдерживать высокие удельные нагрузки, не стекать с вертикальных стенок, не оставлять следов на поверхности бетона, иметь улучшенные экологические и эксплуатационные характеристики. Технологии производства железобетонных конструкций предъявляют новые обязательные требования к смазке:

- диспергирование пузырьков воздуха, засасываемого на стадии виброуплотнения бетонной смеси, с целью предотвращения образования раковин в поверхностном слое конструкции;
- отсутствие коррозионного воздействия на бетон и материал форм и опалубок;
- отсутствие нежелательного запаха;
- сохранение эксплуатационных свойств в широком диапазоне температур окружающего воздуха, в том числе при пониженных положительных температурах окружающего воздуха.

Кроме вышеперечисленных, еще одним из основных требований, предъявляемых к современным разделительным смазкам для форм в производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций, является низкая вязкость, позволяющая наносить их на поверхность форм механизированными способами, в частности, распылением. Однако синтез отечественных низковязких смазок связан со значительными трудностями, так как большинство доступных промышленных минеральных и растительных масел, которые используются в составе смазок в качестве компонента, придающего им разделяющую способность, характеризуются значительно более высокой вязкостью по сравнению с вязкостью, требуемой для смазок. Низкая вязкость некоторых импортных смазок, например немецкой смазки Addinol F10, достигается за счет использования специальных маловязких рафинатов минеральных масел, производство которых в Республике Беларусь отсутствует и, следовательно, требуется иной путь получения низковязких смазок.

Установлено [1, 2, 3, 5], что эффективным способом снижения вязкости минеральных и растительных масел является разбавление их низковязкими растворителями – метиловыми и другими эфирами жирных кислот рапсового масла и низкомолекулярными нефтяными растворителями, которые производятся в нашей стране (ОАО «Гродноазот», ОАО «Химволокно», ОАО «Нафтан»). Однако в литературных источниках отсутствует глубокая информация о вязкости и других

свойствах композиций, получаемых на основе выпускаемых у нас масел и указанных растворителей.

Специалистами РУП «Институт БелНИИС» была проведена значительная научно-исследовательская работа, направленная на исследование:

- вязкости, плотности и других свойств композиций, образующихся в результате разбавления индустриального масла метиловыми эфирами жирных кислот рапсового масла (далее – МЭЖКРМ) и нефтяным растворителем нефрас С4 150-200 (далее – НР);
- влияние на свойства указанных композиций некоторых целевых модифицирующих добавок, придающих разделительным смазкам способность выполнять их функциональное назначение. При приготовлении опытных композиций использовались индустриальное масло с кинематической вязкостью 170,09 мм²/с, МЭЖКРМ с кинематической вязкостью 6,64 мм²/с и НР с кинематической вязкостью 1,59 мм²/с при 20°С.

На рисунке 1 приведена зависимость вязкости растворов индустриального масла в МЭЖКРМ и НР от их концентрации.

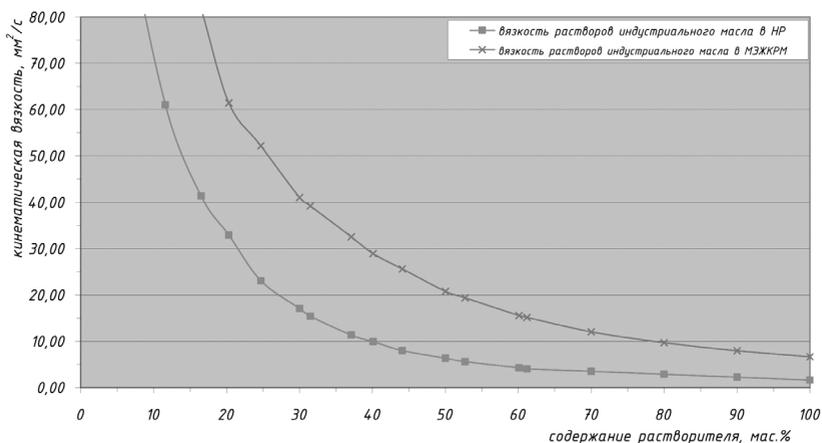


Рисунок 1. Вязкость растворов индустриального масла в МЭЖКРМ и НР

Кроме исследования вязкости растворов индустриального масла в каждом из растворителей МЭЖКРМ и НР была изучена также вязкость растворов индустриального масла в смеси указанных двух растворителей при их разном соотношении. Полученные результаты приведены на рисунке 2. Для визуализации данных использован метод построения

изолиний. Изображенные на рисунке 2 изолинии соответствуют кинематической вязкости исследованных композиций в $\text{мм}^2/\text{с}$ при 20°C .

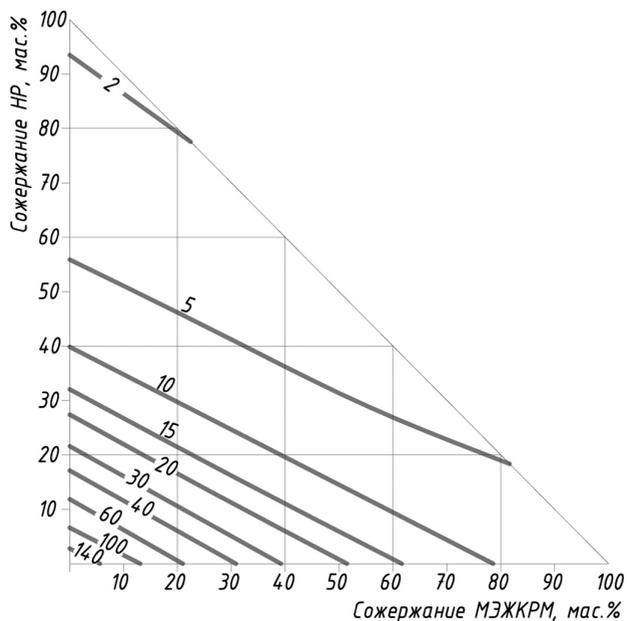


Рисунок 2. Вязкость композиций в системе «индустриальное масло – МЭЖКРМ – НР» при 20°C

Приведенные на рисунках 1 и 2 результаты исследований показывают, что вязкость композиций, полученных разбавлением индустриального масла растворителями МЭЖКРМ и НР изменяется в широком интервале в зависимости от их состава. Наибольший практический интерес представляют композиции на основе индустриального масла и МЭЖКРМ, характеризующиеся кинематической вязкостью в интервале $10\text{--}20 \text{ мм}^2/\text{с}$ при 20°C , а также композиции в системе «индустриальное масло – МЭЖКРМ – НР» с кинематической вязкостью в диапазоне $2\text{--}20 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре 20°C . Именно указанное значение вязкости требуется для современных разделительных смазок, используемых в производстве железобетонных изделий и конструкций.

Представленный на рисунке 2 график позволяет определить состав композиции с требуемой вязкостью. В результате анализа экспериментальных данных, выражающих зависимости вязкости композиций от их состава, выявлена возможность использования математического аппарата для подбора состава с требуемой вязкостью. Например, со-

ставы композиций с вязкостью 10 мм²/с описываются следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} W_1 + W_2 + W_3 = 100 \\ W_2 + 0,507 \cdot W_3 = 39,87 \end{cases} \quad (1)$$

где W_1 – концентрация индустриального масла, мас.%;

W_2 – концентрация НР, мас.%;

W_3 – концентрация МЭЖКРМ, мас.%.

Композиции с вязкостью 15 мм²/с подчиняются следующим уравнениям:

$$\begin{cases} W_1 + W_2 + W_3 = 100 \\ W_2 + 0,520 \cdot W_3 = 31,97 \end{cases} \quad (2)$$

С целью получения основы для синтеза конкретных разделительных смазок для ряда низковязких растворов индустриального масла в МЭЖКРМ и НР, а также растворов, усложненных целевыми модифицирующими добавками, кроме вязкости были исследованы некоторые другие свойства, требуемые для смазок в соответствии с [4].

В качестве модифицирующих добавок были использованы:

- олеиновая кислота (ОК), которая является наиболее доступной органической жирной кислотой и используется в составе многих разделительных смазок;
- вещества, способные вступать в химическое взаимодействие с олеиновой кислотой и предотвращать коррозию стали (добавка МД-1) и неионогенное поверхностно-активное вещество, благоприятно влияющее на качество поверхности бетона (добавка МД-2).

Составы исследованных композиций и их свойства приведены в таблицах 1 и 2. Определение физико-механических показателей композиций осуществлялось по методикам в соответствии с [4].

Таблица 1

Составы исследованных композиций

Индекс композиций	Состав компонентный, мас.%					
	Индустриальное масло	МЭЖКРМ	НР	ОК	МД-1	МД-2
В-1	-	100	-	-	-	-
В-3	20	80	-	-	-	-
В-5	40	60	-	-	-	-

Окончание таблицы 1

В-7	60	40	-	-	-	-
В-3м	19,40	77,60	-	3,00	-	-
В-5м	38,72	58,28	-	3,00	-	-
В-10	75,18	-	24,82	-	-	-
В-11	72,91	-	24,09	3,00	-	-
В-12	71,50	-	25	3,00	0,50	-
В-13	36	40	20	3,00	0,50	0,50

Таблица 2

Физико-механические показатели исследованных композиций

Физико-механические показатели композиций	Индекс композиций и значение показателей									
	В-1	В-3	В-5	В-7	В-10	В-3м	В-5м	В-11	В-12	В-13
Вязкость, мм ² /с	6,64	9,68	15,54	28,70	24,13	9,73	15,57	24,15	23,2	15,1
Плотность, кг/м ³	873	873	874	875	858	873	874	860	857	856
Абсолютная величина адгезии бетона к стали, Н/м ²	89	178	178	267	133	89	311	267	120	110
Категория поверхности бетона по ГОСТ 13015.0-83	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A2
Коррозионное воздействие на бетон	не оказывает									
Защита от коррозии стали	не обеспечивает: на поверхности имеются крупные пятна коррозии					обеспечивает не полностью: имеют место точечные следы коррозии			обеспечивает: поверхность чистая, без признаков коррозии	

Полученные результаты исследований показали то, что приведенные в таблицах 1 и 2 композиции, состоящие только из индустриального масла и растворителей МЭЖКРМ и НР, характеризуются невысоким значением вязкости, плотности и адгезии бетона к стали, обеспечивают хорошее качество поверхности бетона, не оказывают коррозионного

воздействия на бетон, однако не обеспечивают защиту стали от коррозии. Введение в состав этих композиций олеиновой кислоты благоприятно сказывается на антикоррозионной защите стали: крупные очаги коррозии не наблюдаются, однако точечные следы коррозии все же имеются. Дополнительное введение модифицирующей добавки МД-1, вступающей в химическое взаимодействие с олеиновой кислотой, полностью обеспечивает защиту стали от коррозии. При дополнении состава композиций добавкой МД-2, существенно повышается качество поверхности бетона, снижается размер поверхностных раковин до величины менее 1 мм, отвечающей категории поверхности А2.

В результате исследований было также установлено, что композиции, содержащие МЭЖКРМ, вызывают некоторое потемнение поверхности бетона при использовании их в качестве смазок, а композиции, содержащие НР, имеют специфический нежелательный запах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные результаты исследований показывают, что свойства растворов минерального масла в отечественных растворителях МЭЖКРМ и НР, модифицированных олеиновой кислотой и целевыми добавками МД-1 и МД-2, удовлетворяют требованиям к разделительным смазкам в отношении показателей вязкости, адгезии бетона к формам, качества поверхности бетона и антикоррозионной защите форм и могут служить основой для синтеза современных смазок. Дальнейшие исследования будут направлены на устранение обнаруженных недостатков полученных композиций, в частности на ликвидацию темного фона поверхности бетона, образующегося под влиянием МЭЖКРМ, и нейтрализацию запаха от введения растворителя НР.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Trennmittel für retonbauscalungen: pat. АТ 398078 В, Republic Űsterreich, Int.Cl⁵.:C10M 105/32, В28В 7/38 / Nolz Gesellschaft М.В.Н. & Со КG – №1881/90; Anm. 17.9/1990; Beg. 15.1.1994.
2. Смазка для форм и опалубок: пат. 14640 Респ. Беларусь, МПК С 10М 101/04, В28В 7 / 38 / Н.В. Вориводская, О. А. Ивашкевич, Л.И. Ивашко, О.Е. Игнашева, Ю. Н. Луговик, А. А. Сильченко, В. В. Семирский; заявители – НПРУП «УНИХИМПРОМ БГУ», Учреждение Бел. гос. ун-та «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» – № а20091895; заявл. 2009.12.29; опубл. 2011.08.30 // <http://bypatents.com/4-14640-smazka-dlya-form-i-opalubok.html> (дата доступа: 2015.11.13)

3. Галиакбиров, А. Р. Разработка разделительных смазок для форм бетонных изделий: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.17.07 / А. Р. Галиакбиров; Уфимский гос. нефтяной ун-т. – Уфа, 2011. – 24 с.
4. Смазки для форм и опалубок. Общие технические условия: СТБ 1707-2006. – Введ. 01.06.07. – Минск: Госстандарт РБ, 2006. – 11 с.
5. Шатов, А. Н. Смазки для форм и опалубки: правильный выбор для повышения конкурентоспособности в строительстве / А. Н. Шатов // Технологии бетонов. – 2011. – № 3 – 4. – С. 10 – 13.
6. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования: ГОСТ 13015.0–83. – Введ. 01.01.84. – М., 1991. – 13 с.

REFERENCES

1. *Trennmittel für retonbauscalungen: pat. AT 398078 B*, Republic Österreich, Int.Cl5.:C10M 105/32, B28B 7/38 / Nolz Gesellschaft M.B.H. & Co KG – №1881/90; Anm. 17.9/1990; Beg. 15.1.1994.
2. *Smazka dlya form i opalubok* [Grease for forms and moulds]: pat. 14640 Resp. Belarus, МПК S 10M 101/04, B28B 7 / 38 / N.V. Vorivodskaya, A.A. Silchenko, V.V. Semirskiy, zayaviteli – NPRUP “UNIHIPROM BГУ”, Uchrezhdeniye Bel. gos. un-ta “Nauchno-issledovatel'skiy institut fisico-khimicheskikh problem” – № a20091895; zayavl. 2009.12.29, opubl. 2011.08.30 // <http://bypatents.com/4-14640-smazka-dlya-form-i-opalubok.html> (data dostupa: 2015.11.13) (rus)
3. Galiakbиров, A. R., *Razrabotka razdelitel'nykh smazok dlya form betonnykh izdeliy* [Elaboration of parting greases for forms of concrete products]: avtoref. diss.... kand.tekhn.nauk: 05.17.07 / A. R. Galiakbиров; Ufa petroleum state university – Ufa, 2011. 24 p. (rus)
4. *Smazki dlya form i opalubok. Obshchiye tekhnicheskkiye usloviya* [Oil for moulds and forms. General specifications]: STB 1707-2006. – Vved. 01.06.07. – Minsk: Gosstandart RB, 2006. 11 p. (rus)
5. Shatov, A. N. *Concrete technologies*. 2011. No 3 – 4. pp. 10 – 13. (rus)
6. *Konstruksii i izdeliya betonnyye i zhelezobetonnyye sbornyye. Obshchiye tekhnicheskkiye trebovaniya* [Prefabricated concrete and reinforced concrete constructions and products. General technical requirements]: GOST 13015.0-83. – 01.01.84. – Moscow, 1991. 13 p. (rus)

Статья поступила в редакцию 13.11.2015