

УДК 628.511/.517

СНИЖЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ И ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

^{1,2}Патрушева Т.Н., ¹Василовская Н.Г., ²Петров С.К.

¹Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail: pat55@mail.ru;

²Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д.Ф. Устинова,
Санкт-Петербург

В работе исследована возможность устранения вредного воздействия пыли и вибрации с применением пластифицирующей добавки для цементно-бетонных составов на основе бисульфитных щелоков. Мероприятия по борьбе с пылью включают предупреждение ее образования или поступления в воздух рабочих помещений. Технологические процессы проводятся с максимальной заменой сухих пылящих материалов пастообразными, в которых важная роль принадлежит пластифицирующей добавке. Благодаря низкой стоимости, хорошей пластифицирующей способности и нетоксичности в качестве пластификатора целесообразно использовать бисульфитный щелок – отход целлюлозно-бумажного производства, выбросы которого загрязняют окружающую среду. Приведены исследования состава бисульфитных щелоков и полидисперсности лигносульфонатов. Предложен метод модифицирования составов щелоков и усреднения их молекулярно-массового распределения для стабилизации свойств добавки и улучшения свойств бетонной смеси. Введение пластификаторов уменьшает время работы виброплощадок и других уплотняющих механизмов.

Ключевые слова: пыль, вибрация, пластификаторы, лигносульфонаты, молекулярно-массовое распределение, модифицирование

DECREASE OF DUST AND VIBRATION EXPOSURE IN TECHNOLOGICAL PROCESSES

^{1,2}Patrusheva T.N., ¹Vasilovskaya N.G., ²Petrov S.K.

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: pat55@mail.ru;

²Baltic State Technical University «VOENMEKH» behalf of D.F. Ustinov, St. Petersburg

The possibility of eliminating the harmful effects of dust and vibration with the use of a plasticizing additive for cement-concrete compounds based on bisulphite liquors has been studied. Measures to combat of dust include the prevention of its formation or entry into the air of work plactments. Technological processes are carried out with the maximum replacement of dry dusting materials with paste-like ones, in which an important role belongs to the plasticizing additive. Due to low cost and good plasticizing ability and non-toxicity it is expedient to use as a plasticizer the bisulphite liquor – waste of pulp and paper production, which emissions pollute the environment. The study of the composition of bisulphite liquors and polydispersity of lignosulfonates is presented. A method for modifying the composition of liquors and averaging their molecular weight distribution for stabilizing the properties of the additive and improving the properties of the concrete mixture is proposed. The introduction of plasticizers reduces the working time of vibrating plates and other sealing mechanisms.

Keywords: dust, vibration, plasticizers, lignosulfonates, molecular weight distribution, modification

Процессы со значительным выделением пыли должны быть изолированы и осуществляться без непосредственного участия в них людей. Оборудование и его части, являющиеся источником выделения пыли должны быть укрыты и максимально герметизированы, что, к сожалению, не всегда в достаточной мере наблюдается на рабочих местах. Предельно допустимые концентрации пыли в выбросах вентиляционных систем необходимо принимать с требованиями санитарных норм к воздуху рабочей зоны [1, 2].

Гигиена труда на предприятиях связана с устранением промышленной пыли. От воздействия пыли легочные и другие заболевания людей могут прогрессировать или осложняться. Рабочие, занятые на работах в условиях запыленного воздуха, подвергаются периодическим медицинским осмотрам с обязательной рентгенографией

грудной клетки и должны обеспечиваться индивидуальными средствами защиты.

Комплекс мероприятий по борьбе с пылью включает предупреждение ее образования или поступления в воздух рабочих помещений. Важнейшее значение в этом направлении имеют мероприятия технологического характера. Технологические процессы проводятся с максимальной заменой сухих пылящих материалов влажными, пастообразными, растворами и обработку их необходимо вести влажным способом.

Некоторые виды пылей плохо смачиваются водой. В таких случаях к воде, подаваемой для орошения, добавляются вещества, которые носят общее название смачивателей. В качестве смачивателей используются мылонафт, сульфанол, контакт Петрова, сульфитно-спиртовая барда, сложные органические соединения под условными названиями ДБ, ОП-7, ОП-10 и др.

Кроме орошения в дисперсный пылевидный цемент добавляются жидкие пластифицирующие добавки. Пластификаторы предназначены для повышения текучести и удобоукладываемости смеси. При добавке суперпластификатора в смесь с фиксированным соотношением песка и цемента итоговая прочность повышается на 25%. Эффект достигается за счет уменьшения количества пор. При этом экономится цемент. Для получения бетона с той же прочностью на сжатие нужно примерно на 15% меньше цемента. Количество воды, необходимой для затворения смеси, тоже снижается на 30-35% и уменьшается время виброуплотнения.

Рабочие, обслуживающие виброплощадки, машинисты бетоноукладчиков, а также рабочие, уплотняющие бетонную смесь ручными вибраторами, подвержены вибрации, а так как амплитуда и частота колебаний виброплощадок в десятки раз превышает безопасное значение, категорически запрещается находиться на виброплощадке во время её работы. Введение пластификаторов уменьшает время работы виброплощадок и других уплотняющих механизмов.

Пластификаторы вводят в строительные растворы и бетонные смеси (0,15...0,3% от массы вяжущего). Это улучшает большинство характеристик затвердевшей смеси, а также уменьшает энергозатраты при вибрировании бетона.

Высокой эффективностью обладает суперпластификатор С-3 – органическое синтетическое вещество на основе продукта конденсации нафталинсульфо кислоты и формальдегида – полинафталинметилсульфонат или метиленбис (нафталинсульфонат) натрия. Гиперпластификаторы для бетона – это пластифицирующие добавки с дополнительной функциональностью. В состав гиперпластификатора для бетона входят не меламинавые, а более эффективные поликарбоксилатные полимеры.

Пластификатор на основе бисульфитного щелока

Более дешевым и широко используемым пластификатором является сульфитный щелок, который содержит (% по массе): 10-14% органических веществ, в том числе 7-10% лигносульфонатов и 3-4% моносахаридов (в основном ксилоза, галактоза, глюкоза), летучие органические кислоты (уксусная и муравьиная в соотношении 10:1; их кол-во в сульфитном щелоке из хвойной древесины достигает 10-15% от содержания сахаров, из лиственной 30-45%), минеральные кислоты (преимущественно серная и сернистая), остальное – вода и другие примеси. Эта поверхностно-активная до-

бавка диспергирует коллоидную систему цементного теста и тем самым улучшает его текучесть и пластичность.

Сульфитный щелок по сравнению с известными пластифицирующими добавками обладает рядом преимуществ: низкой стоимостью, хорошей пластифицирующей способностью, нетоксичностью. К существенным недостаткам щелоков относятся нестабильность состава, полидисперсность [4], непостоянство значения pH среды, а следовательно, нестабильность свойств.

Для получения более эффективного пластификатора на основе бисульфитных щелоков нами разработан метод модифицирования их состава для усреднения молекулярно-массового распределения лигносульфонатов – основного активного компонента пластификатора, а также устранения деструктивного действия сахаров посредством их окисления.

Бисульфитные щелока модифицировали нитроокислением, которое проводили в две стадии [3]. На первой стадии щелок обрабатывали карбонатом натрия, а на второй – смесью нитрита и нитрата натрия, взятых в мольном соотношении 1:1. Первая ступень модификации щелоков – обработка их карбонатом натрия способствует активированию лигносульфонатов и углеводов к процессу окисления, а также вызывает выделение солей карбоновых кислот. Создание слабощелочной среды и последующая обработка щелока смесью нитрита и нитрата натрия при pH 8,7-9 приводит к образованию нитрующей частицы радикального типа. При такой обработке в органическую часть щелока вводится 1,2-1,4% азота, в 3-7 раз снижается содержание сахаров, в 1,5 раза увеличивается количество гидроксильных групп и в 3-3,5 раза карбоксильных (рис. 1).

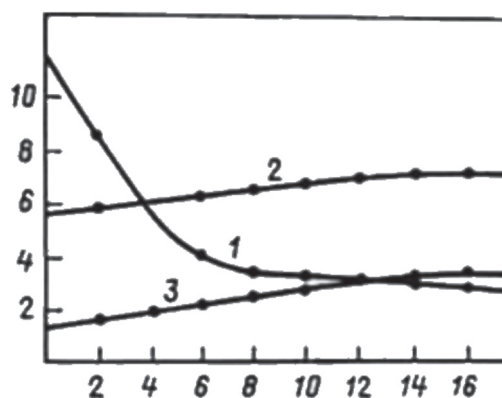


Рис. 1. Влияние концентрации нитрит-нитратной смеси на содержание редуцирующих веществ (1); OH-групп (2); COOH-групп (3)

Лигносульфوناتы бисульфитных щелоков характеризуются неоднородностью и широкой полидисперсностью [5, 6], проявляя при этом колебания пластифицирующего, диспергирующего и воздухововлекающего действий. Молекулярные массы лигносульфонатов зависят не только от природного состава сырья, но и от условий варки и концентрирования. Модификация уменьшает полидисперсность лигносульфонатов благодаря снижению доли высокомолекулярной фракции при окислительной деструкции и низкомолекулярной фракции в процессе термополимеризации, что усредняет молекулярно-массовое распределение лигносульфоновых комплексов (рис. 1).

Гель-хроматография образцов бисульфитного щелока была проведена на смеси сефадексов G-75 + G-100 + G-200 в соотношении 1:1:2, при этом наблюдается равномерное распределение фракций. Колонки были предварительно откалиброваны по голубому декстрану с молекулярной массой $2 \cdot 10^6$ а.е.м, объем выхода которого V_0 составил 18 мл, и ванилину, объем выхода которого V_i равен 110 мл. Полученные граничные условия позволили рассчитать коэффициент распределения K_a и пересчитать элюэтный объем в значениях молекулярных масс фракций, используя уравнения (1) и (2), выведенные [7] для лигносульфонатов.

$$K_{di} = (Vi - V_0) / (V_i - V_0), \quad (1)$$

$$M_i = [(1,129 - K_{di}^{1/3}) / 0,020992]^2, \quad (2)$$

где V_i – элюэтный объем.

Составлен комплекс программ для ЭВМ, в составе которого предусмотрена

интерполяция с исходной сетки на более мелкую для построения графиков [8].

Исследования лигносульфонатов от варки полуцеллюлозы на смеси сефадексов показали, что лигносульфонаты от варок хвойных пород древесины более высокомолекулярны, чем от варок лиственных пород. Исходные фракции, коэффициент полидисперсности которых составляет 1,1-1,14, имеют широкую область молекулярно-массового распределения (ММР) в связи с существованием лигноуглеводных комплексов и мостичных связей между макромолекулами.

Сравнительные результаты исследований ММР фракций до и после модифицирования приведены на рис. 2.

ММР модифицированной высокомолекулярной фракции смещено в сторону уменьшения молекулярных масс от исходной. Это свидетельствует о прохождении процесса деструкции высокомолекулярных макромолекул благодаря нитроокислительным превращениям в лигносульфоновом комплексе. Склонные к полимеризации при нагревании низкомолекулярные фракции в условиях нитроокислительного модифицирования изменяют ММР с увеличением доли средних фракций. Следовательно, в условиях нитроокислительного модифицирования фракций лигносульфонатов происходят два противоположно направленных процесса – деструкция и конденсация, которые приводят к усреднению ММР лигносульфонового комплекса и снижают его полидисперсность, что способствует стабилизации составов концентратов.

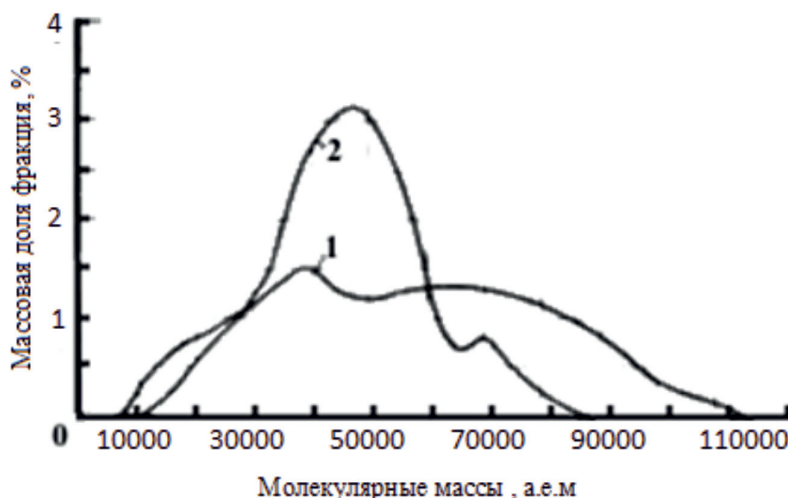


Рис. 2. ММР лигносульфонатов бисульфитной варки: 1 – исходных, 2 – модифицированных

Характеристики бетонной смеси

Количество добавки, % от массы цемента	Осадка конуса, см	Прочность бетона на сжатие, МПа		
		После пропаривания	Пропаривание + 28 суток твердения	28 суток твердения без пропаривания
Без добавки	2-3	20,92	30,4	32,7
0,25	9-10	21,5	32,4	34,8
0,35	16-17	21,8	33,3	35,2
0.50	19-20	25,2	35,2	36,4

Проведенные исследования показали, что технические лигносульфонаты, как полидисперсные структуры с широким диапазоном молекулярных масс в пределах 10...110 тыс. а. е. м., являются лабильными полимерами. Для промышленного использования их можно модифицировать с целью усреднения молекулярно-массовых характеристик до 30...60 тыс. а. е. м.

Результаты испытаний бетонных смесей на основе цемента марки 500 с добавкой, полученной по данной технологии, приведены в табл. 1. На приготовление образцов израсходовано (кг на 1 м³ бетона): цемента 600, щебня 1270, песка 310. Тепловлажную обработку проводили по сокращенному режиму пропарки при 70 °С с различным водоцементным отношением.

Из таблицы видно, что введение исходного щелока на магниевом основании снижает прочность бетона (контрольный образец) как после тепловлажной обработки, так и при нормальном хранении. Модифицированный щелок на магниевом и кальциевом основаниях увеличивают прочность бетона на 20-30%. Исследования свойств бетонов при одинаковом водоцементном отношении, равном 0,5, показали, что удобоукладываемость бетонной смеси с добавкой модифицированных щелоков повышается в 2-2,5 раза, осадка конуса с 10-12 см до 19-20 см по сравнению с бетонными смесями с добавкой исходных бисульфитных щелоков. При этом прочность бетона не снижается.

В подтверждение полученных результатов упрочняющих свойств лигносульфонатов можно привести недавние исследования [9], в которых пленки линосульфонатов и хитозана проявляют высокие и стабильные прочностные и деформационные свойства.

Заключение

Технология получения пластифицирующих добавок на основе щелоков суль-

фитного и бисульфитного производств целлюлозы не требует специального оборудования, больших энергетических и трудовых затрат. Эти добавки можно производить непосредственно на целлюлозно-бумажных комбинатах или в цехах на крупных комбинатах железобетонных конструкций. Использование модифицированных щелоков, являющихся отходом целлюлозно-бумажного производства, в качестве пластифицирующей добавки не только улучшает свойства бетонов, но и снижает запыленность их производства и вибрационное воздействие на персонал.

Список литературы

- ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны // <http://docs.cntd.ru/document/1200003608>.
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. N 20 г. Москва от «Об утверждении СанПиН 2.1.4.2496-09» // <https://rg.ru/2009/05/22/sanpin-dok.html>.
- Паламарчук И.А., Макаревич Н.А., Бойцова Т.А. Полимолекулярные характеристики лигносульфонатов натрия, хитозана и полиэтиленполиамины // Химия растительного сырья. – 2009. – № 1. – С. 29-36.
- Примачева Л.Г., Бугаева Т.Н., Грачева Е.В., Гладкова Н.Я. Нитроокисленные концентраты бисульфитных щелоков // Гидролизная и лесохимическая промышленность. – 1986. – № 2. – С. 42-45.
- Холькин Ю.И. Хроматография в химии древесины. – М.: Леси, промышленность, 1976. – 287 с.
- Ольхов Ю.А., Черников С.С., Михайлов А.И. Безрастворный анализ молекулярно-массовых распределений в растительных полимерах лигнина, целлюлозы и древесины термомеханическим методом // Химия растительного сырья. – 2001. – № 2. – С. 83-96.
- Соколов О.М. Определение молекулярных масс лигнинов на ультрацентрифуге и методом гель-фильтрации: учебное пособие. – Л., 1978. – 75 с.
- Бронов С.А., Бугаева Т.Н., Примачева Л.Г. Комплекс программ для обработки результатов гель хроматографии – Депопир. ОНИИТЭХИМ. – 1987. – 516-х-П87.
- Бровко О.С., Казаков Я.В., Бойцова Т.А., Паламарчук И.А., Тормосина Д.А., Боголицын К.Г. Влияние состава композиции и молекулярных масс лигносульфонатов и хитозана на деформационно-прочностные свойства полимерных пленок на их основе // Известия высших учебных заведений – Лесной журнал – 2013. – № 6. – 336 – С. 120-128.