

## Смачиваемость алюминиевой пудры, дисперсность и потребность в поверхностно-активных веществах, а также приготовление стабильных суспензий алюминиевой пудры для газобетона автоклавного твердения

Важным параметром, определяющим качество алюминиевой пудры как газообразователя в производстве газобетонов автоклавного твердения (ГАТ), является способность образовать гомогенную суспензию в водной среде, особенно при использовании гидрофильных пудр. При использовании гидрофобных пудр не менее важно определить оптимальное количество поверхностно-активных веществ (ПАВ). Несоблюдение этого требования создаст проблемы при приготовлении алюминиевой суспензии, и может привести к возникновению взрывоопасных ситуаций.

В непрерывном процессе производства газобетонов ключевой является подготовка стабильной суспензии с гомогенным диспергированием частиц алюминия, которая не теряет своей активности на протяжении длительного времени, а также на поверхности которой не формируется слой алюминия. Суспензия во время производства должна быть стабильной на протяжении относительно длительного периода при соблюдении определенных параметров хранения, таких как температура и pH. Использование хорошо диспергированных алюминиевых пудр и паст, а также использование соответствующих количеств поверхностно-активных веществ является критически важным для повторяющегося и стабильного производства газобетона. Целью данной публикации является, предоставление пользователям алюминиевых газообразователей полной информации, которая позволит им принять правильные решение при составлении рецептур и корректного использования.

Алюминиевые пудры, предлагаемые «Benda-Lutz Skawina» (которая является частью корпорации «SunChemical»), представлены в виде серии 5-63XX, самопроизвольно диспергируемых в воде без каких-либо добавок (так называемый гидрофильный вид пудры), и в виде гидрофобных порошков серии 5-73XX и 5-74XX. Гидрофобный вид пудры нуждается в поверхностно-активном веществе для образования гомогенной суспензии в водной среде. Алюминиевые пасты по своему свойству всегда диспергируются в воде без необходимости применения каких-либо дополнительных поверхностно-активных веществ. Наблюдая проблемы, с которыми производители ГАТ сталкиваются в своей производственной практике, в этой статье представлены различия между двумя видами алюминиевой пудры и метод

оценки количества поверхностно-активного вещества, необходимого для получения достаточной дисперсии гидрофобного вида алюминиевой пудры.

В технологиях производства ГАТ в качестве газообразователей используются различные виды алюминия, адаптированные к различным видам оборудования завода ГАТ. В системах дозирования сухого алюминия, где суспензия подготавливается отдельно на каждую форму, наиболее часто используются гидрофильные алюминиевые пудры. Благодаря очень хорошей смачиваемости и диспергируемости время приготовления алюминиевой суспензии очень короткое и позволяет повторять цикл каждые несколько минут с очень высокой воспроизводимостью. Однако эти типы

Рис. 1: Результаты диспергируемости трех видов алюминиевой пудры спустя 10 секунд после их введения в воду

Образец № 1



Образец № 2



Образец № 3



Таблица 1: Количество поверхностно-активного вещества, использованного при испытании на смачиваемость. Значения даны в граммах ПАВ на 560 г воды и 40 г порошка (суспензия 1:14)

ПАВ А [г] (концентрация 50%)			0,60		0,67		0,70	0,80						1,00		1,60
ПАВ В [г] (концентрация 20%)		1,50		1,75		2,00					3,00	4,30				
ПАВ С [г] (концентрация 18%)	1,75					1,90			2,50	2,00			3,00		4,00	
Толщина слоя [мм]:	82	75	60	28	20	18	16	16	15,5	15	13	11	9	8	6	4

алюминиевой пудры обычно менее стабильны в суспензии, с течением времени теряют свою активность. Как правило, они не подходят для систем, в которых суспензия подготавливается на более длительное время, например на одну производственную смену. В таких системах, обычно называемых «мокрыми» или «резервуарными», гидрофобные алюминиевые пудры используются вместе с поверхностно-активным веществом, которое позволяет создавать алюминиевую суспензию. Такая суспензия стабильна даже в течение суток и ее можно использовать, не увеличивая дозировку в конце смены. Алюминиевые пасты также предназначены для «мокрых» систем дозирования. Доступны различные комбинации обеих систем при приготовлении суспензии, поэтому выбор подходящего алюминия всегда следует рассматривать индивидуально.

#### Гидрофильные алюминиевые пудры с хорошей диспергируемостью

Данный тип пудры отличается очень хорошей смачиваемостью и способностью равномерно диспергироваться в воде. Способность образовывать суспензию характеризуется как время, необходимое навеске порошка для смачивания и диспергирования. Обычно это время не должно превышать 20 секунд. Примеры пудр с очень хорошей, средней и плохой смачиваемостью и диспергированием приведены на рис. 1.

Испытание: Образец порошка определенной массы опускается в воду. Образец № 1: порошок самопроизвольно диспергировался. В образце № 2: порошок диспергировался через 20 секунд,

но было необходимо дополнительное перемешивание в течении 5 секунд. Оба образца были классифицированы как хорошо диспергируемые. В качестве образца № 3 показана алюминиевая пудра, которая полной дисперсии достигла после более длительного интенсивного перемешивания. Такие пудры не следует использовать при подготовке суспензии, такая суспензия имеет низкую способность повторяемости результатов по нескольким отливкам.

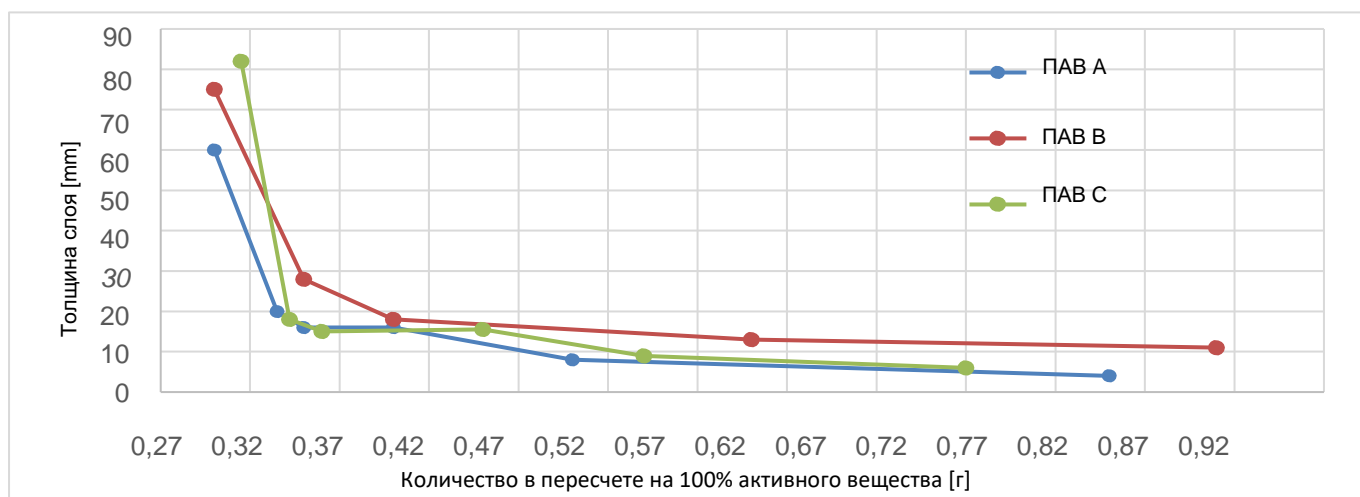
#### Гидрофобные пудры

Несмачиваемые, гидрофобные пудры способны образовывать суспензии в воде только при введении достаточного количества поверхностно-активных веществ. Проведено ряд испытаний для определения количества различных типов поверхностно-активных веществ, необходимых для получения правильной алюминиевой суспензии.

Описание испытания: Тест проводился в соответствии с LNB/519/BLS [3]. Навеску образца поверхностно-активного вещества смешивали с определенным количеством воды в химическом стакане, с применением магнитной мешалки, а затем вводили приготовленную навеску гидрофобной алюминиевой пудры, продолжая процесс перемешивания до получения суспензии. Затем полученную суспензию выдерживали в течении 5 минут, по истечении которых производился замер толщины алюминиевой пудры на поверхности суспензии (названного «слой»). В таблице 1 представлено фактическое количество ПАВ, дозированное в суспензию. Использовано ПАВ, содержащие активные субстанции различных химических соединений.

Результаты измерений, пересчитанные на 100% активного вещества, показаны на рис. 2.

Рис. 2: Зависимость толщины слоя алюминиевой пудры от дозы и вида ПАВ.





Павел Вольски, выпускник Факультета Керамики Университета Науки и Технологий AGH. Более 20 лет проработал в «Benda-Lutz» в качестве руководителя отдела продаж, имеет большой опыт в области алюминиевых пудр и поддержки нанесения пасты, а также в технологических консультациях.

(содержание органических соединений, удельная поверхность), воды (рН, жесткость) или качества поверхностно-активного вещества можно ожидать неблагоприятного увеличения толщины слоя.

#### Влияние удельной поверхности частиц алюминиевой пудры на необходимое содержание ПАВ

Как это видно из опыта, толщина слоя пудры значительно уменьшается по мере увеличения концентрации вводимых поверхностно-активного вещества. График принимает гиперболическую форму с двумя асимптотами (вертикальной и горизонтальной). Интересно, что это соотношение очень похоже для всех видов применяемых ПАВ. Влияние передозировки ПАВ на свойства газобетона не изучалось. Однако было обнаружено, что ниже определенного предельного значения (приближающегося к вертикальной асимптоте) очень небольшие изменения концентрации поверхностно-активного вещества могут вызвать значительное увеличение толщины слоя, поэтому рекомендуется поддерживать концентрацию ПАВ выше этого предельного значения. Использование чрезмерного количества поверхностно-активного вещества, как предполагается, приведет только к увеличению затрат на сырье.

Информация о влиянии удельной поверхности алюминиевой пудры на расход поверхностно-активного вещества не менее важный фактор.

Согласно проведенным исследованиям, обнаружено, что для обеспечения номинального качества приготавливаемых суспензий, расход ПАВ увеличивается по мере увеличения удельной поверхности применяемой алюминиевой пудры. Удельная поверхность гидрофобных пудр обозначается как кроющая способность на воде и измеряется в  $\text{г}/\text{см}^2$ .

На рисунке 3, приведены для сравнения результаты тестов, которые наглядно показывают влияние количества введенного в суспензию ПАВ на толщину поверхностного слоя.

Описание теста: Тест проводился в соответствии с внутренней инструкцией лаборатории. Поверхностно-активное вещество систематически добавляли в мензурку, в которой алюминиевая пудра непрерывно смешивалась с водой (соотношение 1:20) до тех пор, пока не было достигнуто требуемое диспергирование частиц пудры в воде. Поверхностно-активные вещества добавлялись в различной концентрации. Выборочные результаты приведена в таблице 2.

Благодаря тесному сотрудничеству с производителями газобетона установлено, что оптимальная толщина слоя для правильного приготовления алюминиевой суспензии не превышает 7–8 мм. Однако максимальная толщина слоя, при которой не возникает технических проблем, составляет 10–15 мм. Для этих значений при временном изменении параметров алюминия

В результате этого испытания было отмечено, что значение удельной поверхности алюминиевой пудры в виду технологических особенностей производства, коррелирует параметром крупности частиц пудры и медианной гранулометрического диапазона, D50. Было обнаружено, что при том же значении крупности, но более развитой поверхности частиц (удельной поверхности) требуется увеличение количества вводимых ПАВ. Принимая во внимание данное примечание, при подборе оптимального количества ПАВ в суспензиях, необходимо принимать во внимание параметры крупности используемой в суспензии алюминиевой пудры.

Рис 3: Толщина поверхностного слоя пудры на суспензии в зависимости от количества введенного ПАВ.

Стакан № 1:  
2,8 г, слой 4 мм

Стакан № 2  
0,9 г, слой 10 мм

Стакан № 3  
0,7 г, слой 15 мм

Стакан № 4  
0,6 г, слой 40 мм

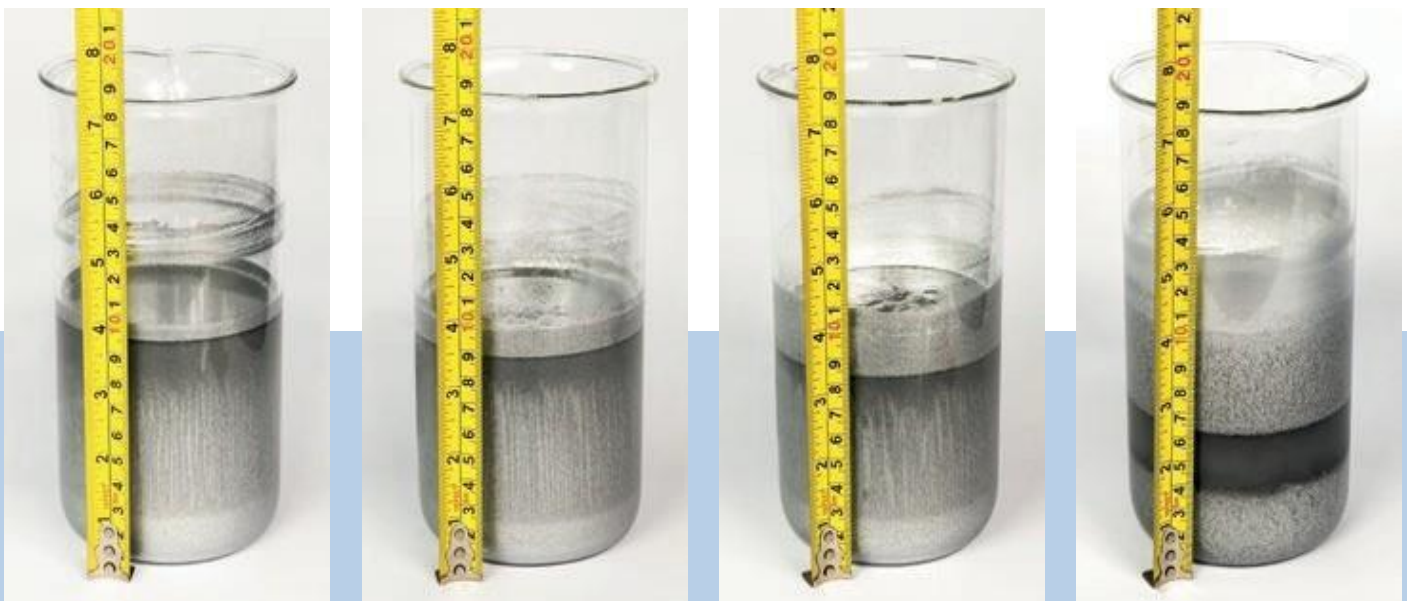


Таблица 2: Количество ПАВ в зависимости от удельной поверхности алюминиевой пудры.

	Порошок 1	Порошок 2	Порошок 3	Порошок 4
Расход воды [см <sup>2</sup> /г]	12,600	9,200	7,000	4,900
Размер частиц, D50 [μм]	18-20	42-50	50-54	67-77
ПАВ В [г] (концентрация 20%)	1.40	1.30	1.00	0.750
ПАВ D [г] (концентрация 52%)	0.153	0.130	0.119	0.092

#### Ошибки при подборе оптимального количества ПАВ и последствия

В результате неправильного подбора количества ПАВ возникают проблемы с приготовлением алюминиевой суспензии. Они появляются в чрезмерной пене в алюминиевом смесителе или даже в выталкивании несмоченной алюминиевой пудры из объема смесителя. Подобная ситуация может стать причиной возникновения опасных ситуаций на участке приготовления суспензии, а также повлиять на обеспечение надлежащего производственного процесса (неполный рост или кипение массивов, вызванное изменением концентрации алюминия в суспензии в смесителе).

Качество воды, используемой для приготовления суспензии, также влияет на смачиваемость порошков и действие поверхностно-активных веществ. Поэтому подбор оптимального количества ПАВ или оптимизацию его расхода следует проводить индивидуально для каждого завода.

#### Резюме

Для правильной работы алюминия в качестве газообразователя в производстве ГАТ помимо стандартных параметров, отвечающих за активность алюминия, таких как размер частиц, удельная поверхность или объемная плотность, важным параметром, определяющим его качество, является его способность образовывать суспензию в воде (особенно в случае гидрофильных пудр). Также очень важно использовать оптимальное количество поверхностно-активных веществ при работе с гидрофобными пудрами. Полученные суспензии должны быть однородными, без агломератов, без неконтролируемого слоя алюминия на поверхности суспензии, стабильными во времени. Испытания пудр, а также выбор ПАВ могут проводиться в лаборатории, однако они должны быть подтверждены на каждом из заводов индивидуально в промышленных масштабах до окончательного определения формулы. По желанию заказчика такая услуга может быть выполнена в сотрудничестве с поставщиком алюминиевых пудр.

#### Литература

- [1] СЕВЕТ Центральный научно-исследовательский центр бетонной промышленности: инструкция по испытаниям и требования к поверхностно-активным веществам, используемым при производстве ячеистого бетона. Варшава 1997.
- [2] Zapotoczna-Sytek G., Svetozar B.: Autoclaved Aerated Concrete. Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Варшава 2013.
- [3] Внутренняя инструкция лаборатории: LNB/519/BLS, 2019. Измерение погружаемости алюминиевой пудры.



Рис 4: Выталкивание несмачиваемого алюминиевого порошка из смесителя в случае недостаточного количества ПАВ.

**Benda-Lutz**   
Aluminium Powders, Flakes & Pastes

**SunChemical**  
a member of the DIC group 

Benda-Lutz Skawina Sp. z o.o.,  
Пилсудского 23,  
32-050 Скавина, Польша  
[plsk.office@sunchemical.com](mailto:plsk.office@sunchemical.com)  
[www.bend-lutz.com](http://www.bend-lutz.com)

Benda-Lutz Volzhsky  
Александрова 79, Волгоградская обл.  
404103 Волжский, Россия  
[office@benda-lutz.com.ru](mailto:office@benda-lutz.com.ru)  
[www.bend-lutz.com](http://www.bend-lutz.com)