

### Литература

1. Мищенко Н.В. Цеолиты типа NaA в составе СМС / Н.В. Мищенко, В.М. Ковалев, Е.С. Грегуль // Хімічна промисловість України. – 2000, №4. – С. 31 – 33.
2. Васерман Л.З. Применение сесквикарбоната натрия и перспективы создания его промышленного производства в Украине / Л.З. Васерман, З.А. Малакей, Л.В. Зиньковская, Н.М. Воробьева, И.С. Тулупов // Сборник научных трудов НИОХИМ. Химия и технология производств основной химической промышленности. – Харьков, 2007. – Т. 75. – С. 102 – 110.
3. Патент Украины 78807. Безфосфатный стиральный порошок «Умка» / Коваль О.Н., Гуленок Ю.Б., Рудюк Н.В. – МПК C11D 1/86, заявл. 17.01.2005.
4. Патент України 77602. Спосіб одержання сесквікарбонату натрію / Молчанов В.І., Аннопольський В.Ф., Васерман Л.З., Малакей З.А., Зінківська Л.В., Тулупов І.С., Коваль О.М., Гуленок Ю.Б., Рудюк М.В. – МПК C01D 7/14, заявл. 01.08.2005.
5. Кузина Ж. И. Научное обоснование и промышленная реализация инновационных технологий санитарной обработки оборудования в молочной промышленности: автореферат дис. докт. техн. наук. – М.: ГНУ ВНИМИ РАСХН, – Москва, 2010 – 48 с.

УДК 614.842.6:539.215.6.002.237

*В.А. Левицкий (ГУ «НИОХИМ»); А.С. Смирнов, канд. техн. наук;  
Е.В. Краснов, канд. техн. наук (ЗАО «ЭКОХИММАШ»)*

### РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ ФОСФОРНОАММОНИЙНЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА АВС

*Досліджено вплив співвідношення вмісту фракцій компонентів з різним розміром частинок на показник насипної щільності вогнегасних порошків. Встановлено, що шляхом змішування компонентів спеціально підібраного гранулометричного складу можна регулювати ступінь упаковки часток вогнегасного порошку і, відповідно, його насипну щільність.*

*Исследовано влияние соотношения содержания фракций компонентов с различным размером частиц на показатель насыпной плотности огнетушащих порошков. Установлено, что путем смешения компонентов специально подобранного гранулометрического состава можно регулировать степень упаковки частиц огнетушащего порошка и, соответственно, его насыпную плотность.*

*The influence of the ratio of mass fractions of fractions of components with different particle sizes to measure bulk density of fire extinguishing powders. Found that by mixing the components of a specially selected size distribution can improve the degree of packing of fire-extinguishing powder and therefore its bulk density.*

Ключевые слова: огнетушащий порошок, фосфат аммония, сульфат аммония, огнетушащая способность, гранулометрический состав, насыпная плотность.

Keywords: firefighting powder, ammonia phosphate, ammonia sulfate, fire-fighting ability, bulk density.

Огнетушальная способность (и другие показатели качества) фосфорно-аммонийных огнетушащих порошков для тушения загораний класса АВС зависят как от химического состава, так и от гранулометрического состава компонентов смеси.

Основным компонентом огнетушащего порошка для тушения пожаров класса АВС является фосфат аммония. В состав огнетушащего порошка также входит сульфат аммония. Все европейские производители порошков не используют инертные добавки, а вводят только сульфат аммония. Тогда как в состав многих огнетушащих порошков, выпускаемых в СНГ, введены инертные добавки, в основном с целью увеличения насыпной плотности, которая в соответствии с требованием стандарта [1], должна быть не менее  $700 \text{ кг/м}^3$  для уплотненного порошка. Однако при этом отмечается снижение показателя огнетушащей способности [2].

Целью настоящей работы являлось исследование возможности получения огнетушащего порошка с высокой насыпной плотностью с использованием сульфата аммония.

Исследования проводились путем отдельного измельчения и классификации компонентов огнетушащих порошков. Измельчение производилось в лабораторной шаровой мельнице вместимостью  $1,0 \text{ дм}^3$ . Масса мелющих тел составляла  $1000 \text{ г}$  стальных шаров диаметром от  $20$  до  $22 \text{ мм}$ , масса навески измельчаемого материала  $100 \text{ г}$ . Продолжительность измельчения  $20 \text{ мин}$ .

После измельчения компонентов была проведена классификация на ситах по фракциям от  $125 \text{ мкм}$  до  $1000 \text{ мкм}$ , от  $71 \text{ мкм}$  до  $125 \text{ мкм}$ , менее  $71 \text{ мкм}$ .

Результаты определения насыпной плотности фракций компонентов представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Показатели насыпной плотности фракций компонентов огнетушащих порошков

Компоненты огнетушащего порошка, гранулометрический состав, мкм	Насыпная плотность фракций компонентов, $\text{кг/м}^3$
<u>Аммофос</u>	
от $125 \text{ мкм}$ до $1000 \text{ мкм}$	820
от $71 \text{ мкм}$ до $125 \text{ мкм}$	800
менее $71 \text{ мкм}$	660
<u>Сульфат аммония</u>	
от $125 \text{ мкм}$ до $1000 \text{ мкм}$	960
от $71 \text{ мкм}$ до $125 \text{ мкм}$	980
менее $71 \text{ мкм}$	850



Рис. 1 Насыпная плотность фракций компонентов огнетушащих порошков

Из полученных данных видно, что насыпная плотность сульфата аммония выше, чем фосфата аммония. При измельчении с уменьшением размера частиц насыпная плотность как фосфата, так и сульфата аммония падает.

Для получения образца огнетушащего порошка смешивали мелкую фракцию (менее 71 мкм) активного компонента – аммофоса с насыпной плотностью 660 кг/м<sup>3</sup> и фракцию от 71 мкм до 125 мкм сульфата аммония с насыпной плотностью 980 кг/м<sup>3</sup>. Смешение производили в лабораторном лопастном смесителе периодического действия.

Характеристики полученного огнетушащего порошка показаны в таблице 2.

Таблица 2

Показатели образца огнетушащего порошка ABC50,  
полученного путем смешения

Показатели	Значение показателей
Массовая доля компонентов, % Аммофос фракция менее 71 мкм	50
Сульфат аммония фракция от 71 мкм до 125 мкм	50
Массовая доля фракций, % более 125 мкм	1
более 71 мкм	49,5
менее 71 мкм	49,5
Насыпная плотность неуплотненного порошка, кг/м <sup>3</sup>	900

Насыпная плотность полученного порошка составляет 900 кг/м<sup>3</sup>, тогда как насыпная плотность порошка, полученного совместным измельчением компонентов значительно ниже, даже при использовании инертного наполнителя. Мелкие частицы тушащей фракции занимают промежутки между крупными частицами несущей фракции. Степень упаковки огнетушащего порошка и, соответственно, его насыпная плотность увеличиваются.

Теоретически коэффициент плотности упаковки для монофракции сферических частиц составляет 0,52-0,74. Пустотность соответственно равна 0,48-0,26.

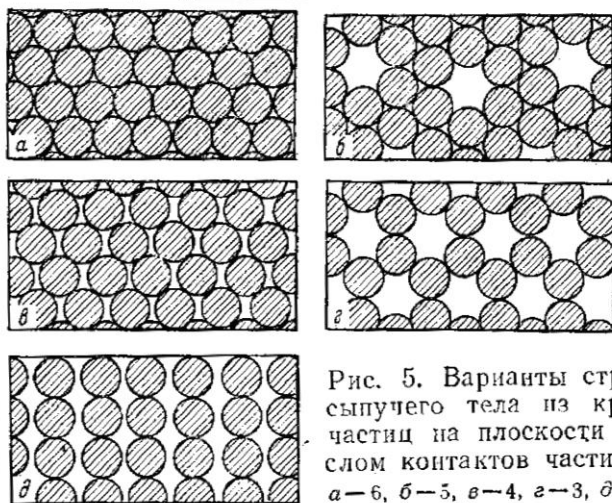


Рис. 5. Варианты структур сыпучего тела из круглых частиц на плоскости с числом контактов частицы: а – 6, б – 5, в – 4, з – 3, д – 2.

Рис. 2 Варианты структур сыпучего тела из круглых частиц на плоскости с числом контактов частицы: а – 6; б – 5; в – 4; з – 3; д – 2.

Коэффициент упаковки можно увеличить, если между частицами основной фракции разместить частицы второй (дополнительной) монофракции. Диаметр частиц второй монофракции должен удовлетворять условию:  $D_2 \leq 0,15D_1$ .

Доля каждой фракции должна быть определенной, иначе эффект заполнения пустот будет неполным или возникнет эффект разбавления (рисунок 2, в).

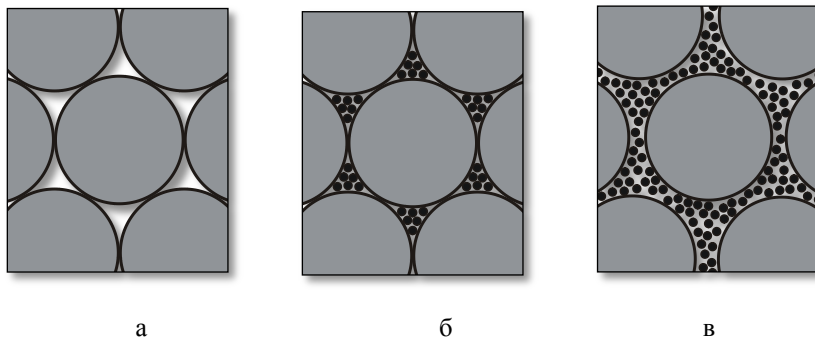


Рис. 3 Стадии повышения упаковки порошка путем заполнения промежутков между частицами мелкой монофракцией

Реальный порошок представляет собой полидисперсные частицы различной формы. Плотность упаковки в состоянии свободной засыпки зависит от размеров, формы и плотности частиц, а также сил внутреннего трения частиц порошка, на которые значительное влияние оказывает модификация поверхности. Чем больше силы внутреннего трения, тем больше они препятствуют достижению плотной упаковки и тем меньшей оказывается относительная плотность порошка.

На рисунке 4 представлена насыпная плотность смесей компонентов огнетушащих порошков: теоретическая – складывающаяся из значений данного показателя отдельных компонентов с учетом их доли в составе смеси и определенная экспериментально.

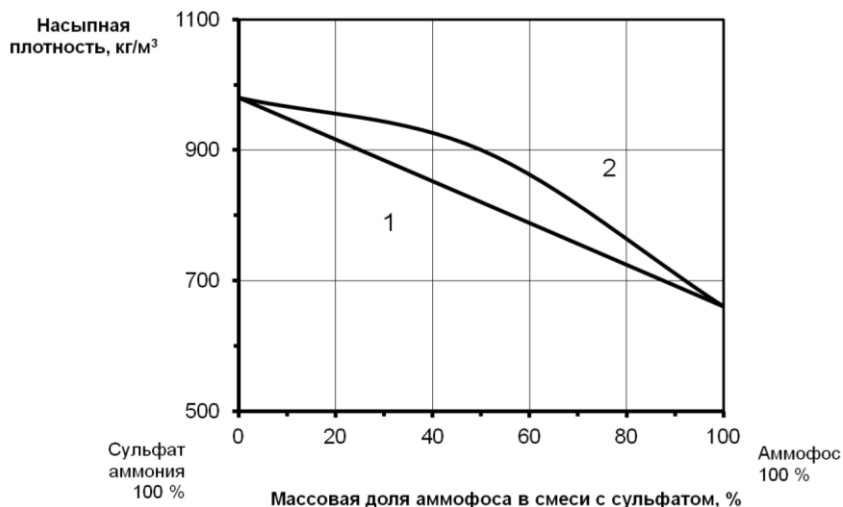


Рис. 4 Насыпная плотность фракционированной смеси аммофоса (фракция менее 71 мкм) и сульфата аммония (фракция от 71 мкм до 125 мкм)  
1 – расчетные данные, 2 – фактические данные.

Из представленных данных видно, что путем смешения компонентов специально подобранного гранулометрического состава можно повысить степень упаковки огнетушащего порошка и, соответственно, его насыпную плотность. Огнетушащая способность порошка при этом будет увеличиваться за счет более полного использования потенциала мелкой огнетушащей фракции.

Изучение и анализ различных высокодисперсных порошкообразных систем показывает, что с уменьшением размера частиц, силы сцепления частиц друг с другом становятся соизмеримыми с силой тяжести. В таких системах самопроизвольно образуются пространственные структуры с высокой пустотностью. Насыпная плотность уменьшается. А текучесть порошка (и соответственно, огнетушащая способность) падает [3].

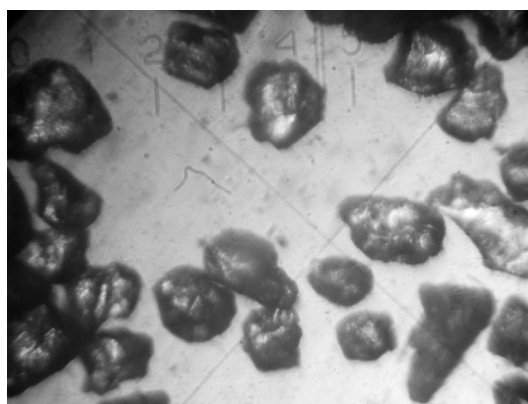


Рис. 5 Крупная фракция (более 71 мкм) огнетушащего порошка Furex ABC

В порошке Furex ABC крупная фракция состоит только из частиц сульфата аммония (рисунок 5). Промежутки между ними занимает тушащая фракция. Крупные частицы играют роль своеобразного несущего каркаса, равномерно разделяющего мелкую фракцию и не позволяющую ей образовать пространственную структуру, т.е. слежаться.

В соответствии с теорией, максимальная степень упаковки будет достигнута при соотношении средних диаметров частиц фракций 1:(10-15). Тогда средний размер частиц мелкой тушащей фракции должен быть от 5 мкм до 10 мкм, а средний размер частиц крупной несущей фракции 100 мкм.

Таким образом, установлено, что изменением соотношения содержаний фракций компонентов с различным размером частиц можно управлять показателем насыпной плотности огнетушащих порошков. Путем смешения компонентов специально подобранного гранулометрического состава можно повысить степень упаковки частиц огнетушащего порошка и, соответственно, его насыпную плотность. Огнетушащая способность порошка при этом будет увеличиваться за счет более полного использования потенциала мелкой огнетушащей фракции.

### Литература

1. ДСТУ 3105–95 (ГОСТ 26952–95) с изм. 1. Порошки огнетушащие. Общие технические требования и методы испытаний.
2. Білошицький М.В. Вплив співвідношень компонентів на вогнегасну здатність вогнегасних порошків / М.В. Білошицький. – Науковий вісник УкрНДПБ, 2007.– №1 (15). – С. 107 – 114.
3. Левицкий В.А. Насыпная плотность огнетушащих порошков / В.А. Левицкий, С.М. Агаларова, А.С. Смирнов//Сборник научных трудов НИОХИМ. Химия и технология производств основной химической промышленности. – Харьков, 2003, – Т. 73. – С. 216 – 219.

УДК 661.183.683

*В.М. Утешев, канд. техн. наук; Левицкий В.А. (ГУ «НИОХИМ»)*

### ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОМОДУЛЬНОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА ИЗ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНЕЗЕМА И РАСТВОРА НАТРИЯ ГИДРОКСИДА АВТОКЛАВНЫМ СПОСОБОМ

*На лабораторній установці виконані дослідження впливу концентрації розчину натрію гідроксиду, температури, тиску в автоклаві, часу розварки кристалічного кремнезему (маршаліту), а також розміру його частинок на можливість отримання високомодульного рідкого скла (силікату натрію). Розроблена технологія отримання силікату натрію з модулем більше ніж 3,0.*

*На лабораторной установке выполнены исследования влияния концентрации раствора натрия гидроксида, температуры, давления в автоклаве, времени разварки кристаллического кремнезема (маршалита), а также размера его частиц на возможность получения высокомолекулярного жидкого стекла (силиката натрия). Разработана технология получения силиката натрия с модулем больше чем 3,0.*

*Influence of sodium hydroxide solution concentration, temperature, pressure in autoclave, crystal silica gel (marshelite) splicing time, as well as its particles size on possibility to obtain high modular liquid glass (sodium silicate) have been researched on laboratory equipment. Process for obtaining sodium silicate with module higher than 3.0 has been developed.*

Ключевые слова: кристаллический кремнезем (маршалит), раствор натрия гидроксида, силикатный модуль жидкого стекла.