

Для соответствия разрабатываемого аппарата обозначенным выше требованиям, необходимо выполнить анализ известных устройств аналогичного назначения, провести их систематизацию и определить перспективные направления их создания и совершенствования.

Заключение. Представлена классификация современных картофелесажалок и их рабочих органов. Представляется, что наиболее перспективными картофелесажалками для посадки яровизированного картофеля являются марки СКН-4 с высаживающим аппаратом PPS-4F, а также картофелесажалки компании “ІМАС” (Польша).

Список цитируемых источников

1. Картофелесажалки [Электронный ресурс] // НЬЮТЕХАГРО. — Режим доступа : <https://www.newtechagro.ru/articles/archive1/kartofelesajalki.html>. — Дата доступа : 20.09.2022.
2. Особенности конструкций и модельный ряд картофелесажалок для тракторов МТЗ Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://vseomtz.ru/agregatirovanie/kartofelesazhalka-dlya-mtz>. — Дата доступа : 20.09.2022.
3. Машины и оборудование для посадки картофеля [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.belrusagro.com/techno/catalog/549/798/>. — Дата доступа : 20.09.2022.
4. *Постников, Н. М.* Картофелепосадочные машины / Н. М. Постников, Е. А. Беляев, М. И. Кан. — Изд. 4-е, перераб. — М. : Машиностроение, 2011. — 228 с.

УДК 691.215.1:691.5

Д. С. Щемарев, М. И. Кузьменков, Н. М. Шалухо, Е. В. Лукаш, Д. М. Кузьменков
Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ГИПСА

Введение. Наличие местного высококачественного карбонатного сырья, а также относительно недорогой серной кислоты, производимой на ряде химических предприятий Беларуси, является веским основанием постановки и решения задачи получения высококачественного синтетического гипса взамен импортируемого природного гипсового камня и его последующей переработки на гипсовые вяжущие.

Гипсовые вяжущие изделия на их основе являются малоэнергоёмкими перспективными строительными материалами. При высоких потребительных свойствах (гигиеничность, огнестойкость, биостойкость, обеспечение благоприятного климата в помещении) они имеют невысокую стоимость по сравнению с другими строительными материалами. Ввиду недостаточного объема выпуска гипсовых вяжущих в Республике Беларусь потребность в указанных строительных материалах покрывается за счет импорта, что напрямую связано с состоянием сырьевой базы в Республике Беларусь, а именно с отсутствием запасов природного гипса.

Целью данной работы являлась разработка параметров технологического процесса переработки синтетического гипса, получаемого на ОАО «СветлогорскХимволокно», на высокопрочные гипсовые вяжущие.

Основная часть. Исходным сырьем служил синтетический гипс с начальной влажностью 14 мас. %. После сушки (с необходимой остаточной влажностью) он подвергался прессованию, после чего полученные образцы подавались на автоклавную обработку в лабораторный вертикальный автоклав. Для удаления остаточной влажности после тепловлажностной обработки запаренные образцы подвергались сушке с целью предотвращения процесса гидратации. Затем высушенные образцы подвергали грубому помолу в щековой дробилке, а после тонкому измельчению в планетарной мельнице.

Сушка сырьевого материала проводилась в сушильном шкафу марки SNOL 58/350 при температуре 90 ± 5 °С. За функцию оптимизации принимали режим сушки, который позволяет высушенному материалу обеспечить требуемое уплотнение пресс-формы во время прессования. Прессование производилось на прессе МС-500 в цилиндрической пресс-форме с размерами 47×70 мм. Оптимальная влажность определялась по визуальной оценке прессуемых брикетов. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Влияние влажности на прессуемость материала

Остаточная влажность, мас. %	Визуальная оценка прессуемости брикета
9	Рассыпается
6	Прессуется
5	Прессуется
4	Прессуется

Установлено, что оптимальной влажностью синтетического гипса, обеспечивающей необходимую прессуемость брикетов, является 5—6 мас. %.

Для определения влияния гранулометрического состава на уплотняемость материала при брикетировании производился рассев сырьевого материала на фракции при помощи ситового анализатора Retsch AS200. Оценка получаемых брикетов определялась визуально по таким параметрам, как сохранность граней и формы брикетов, однородность поверхности. Результаты исследования приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Влияние гранулометрического состава на прессуемость материала

Размер фракции, мм	Визуальная оценка*
> 2,5	+
1,25–2,5	+
0,63–1,25	+
0,315–1,25	++
0,2–0,315	++
< 0,2	++

*Примечание: + – сохранение формы брикета, обрушивание углов, слабая однородность поверхности, большая усадка материала; ++ – сохранение формы и углов брикета, высокая однородность поверхности, малая усадка материала.

Как видно из данных таблицы 2, с уменьшением размера частиц подаваемого на брикетирование материала прессуемость брикетов улучшается.

На следующем этапе изучалось влияние режима прессования образцов на прочность на сжатие гипсового вяжущего. За функцию оптимизации принимался режим прессования, обеспечивающий наибольшую прочность гипсового вяжущего. Порошок дигидрата сульфата кальция с влажностью 6 мас. % подвергался брикетированию на прессе. Процесс брикетирования осуществлялся при удельном давлении 5 – 45 МПа. Спрессованные образцы подвергались тепловлажностной обработке в лабораторном автоклаве, после чего испытывались на прочность на сжатие. Режим автоклавной обработки: давление — 0,4 МПа, выдержка — 4 ч. Режим помола в планетарной мельнице: время — 3 мин, частота вращения — 300 об/мин.

Результаты исследований влияния режима прессования на прочность гипсового вяжущего представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, стадийность прессования не оказывает существенного влияния на прочность получаемого вяжущего. Однако, двухстадийный режим прессования наиболее эффективен при прессовании высоковлажного сырья. Кроме того, двухстадийный режим позволяет снизить нагрузку на оборудование и увеличить срок его службы.

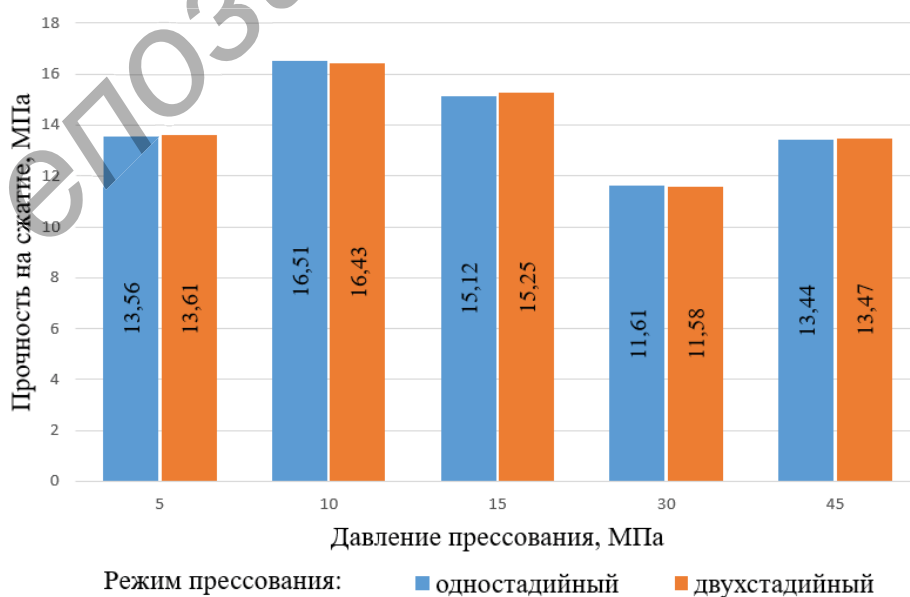


Рисунок 1 — Влияние режима прессования на прочность на сжатие вяжущего

Оптимальным режимом прессования является давление прессования 10 МПа по двухстадийному циклу, поскольку обеспечивает наиболее высокие прочностные показатели вяжущего (16,43 МПа). Установлено, что с увеличением давления прессования с 5 до 10 МПа прочность гипсового вяжущего увеличивается с 13,61 до 16,43 МПа. Дальнейшее увеличение давления прессования (более 10 МПа) приводит к снижению прочности до 11,58 МПа. Вероятно, это связано с уплотнением структуры и уменьшением её пористости, что приводит к разрушению брикетов в процессе автоклавирования при удалении влаги из материала в капельно-жидком состоянии.

Из литературных данных известно [1], что давление автоклавирования при получении гипсовых вяжущих изменяется в пределах 0,13—0,8 МПа. На данном этапе исследований изучали влияние давления автоклавирования (в пределах 0,13—0,4 МПа) и время выдержки (120—360 мин) на прочность при сжатии получаемого вяжущего.

Качество целевого продукта оценивали после его сушки, осуществляемой при температуре 90 ± 5 °С, и помола брикетов. Исследование режимов тепловлажностной обработки позволило установить определенные зависимости между продолжительностью выдержки, давлением пара в автоклаве, температурой, с одной стороны, и свойствами образующегося гипсового вяжущего, с другой.

Установлено, что с увеличением давления автоклавирования (с 0,13 до 0,4 МПа) прочностные показатели изменяются незначительно (с 15,2 до 15,8 МПа). Оптимальным является давление автоклавирования 0,2 МПа, поскольку обеспечиваются наибольшие прочностные показатели (15,8 МПа). Снижение давления автоклавирования до 0,13 МПа приводит к незначительному уменьшению прочности гипсового вяжущего (с 15,8 до 15,5 МПа). Последующее снижение давления автоклавирования приводит к уменьшению температуры в автоклаве ниже 108 °С, что делает невозможным получение $\alpha\text{-Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

С увеличением времени выдержки со 120 до 240 мин прочность гипсового вяжущего увеличивается (с 12,6 до 15,8 МПа). Дальнейшее увеличение времени выдержки до 360 мин приводит к уменьшению прочности вяжущего (с 15,8 до 14,4 МПа). Кристаллизационная вода, выделяющаяся из кристаллической решетки дигидрата сульфата кальция, удаляется из брикетов недостаточно быстро, оставаясь в порах, и если время пребывания брикета в автоклаве будет продолжительным после достижения оптимальных прочностных свойств, то указанная вода может принять участие в обратной реакции гидратации, т. е. может наступить «температурный провал».

Предварительное измельчение запаренных образцов производилось в лабораторной щековой дробилке, более тонкий помол — в планетарной шаровой мельнице VM6 Pro. Контроль тонкости помола определялся ситовым анализом по остатку на сите с размером отверстий в свету 0,25 мм. По требованию ГОСТ 125–2018 [2] для высокопрочного гипсового вяжущего, применяемого для отливки форм в керамической промышленности, остаток на сите не должен превышать 0,5 %. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Влияние режима помола на свойства гипсового вяжущего

Время помола, мин	Скорость вращения, об / мин	Остаток на сите 0,25, %	Водогипсовое отношение	Прочность вяжущего, МПа
3	300	0,25	0,38	15,8
3	200	0,35	0,4	15,6
2	300	0,45	0,39	16,5
2	250	0,5	0,41	14,5
2	200	3,5	–	–

Как видно из таблицы 3, наибольшие прочностные показатели обеспечивало вяжущее, измельченное по следующему режиму: время помола — 2 мин, частота вращения — 300 об / мин, что обеспечивало прочность вяжущего на сжатие до 16,5 МПа.

Заключение. Установлены следующие оптимальные параметры процесса получения высокопрочного гипсового вяжущего из синтетического дигидрата сульфата кальция производства ОАО «СветлогорскХимволокно»:

- влажность синтетического гипса 5—6 мас. %;
- прессование под давлением 10 МПа при двухстадийном цикле;
- режим автоклавной обработки: давление 2 атм, выдержка 240 мин;
- режим помола гипсового вяжущего: время помола 2 мин, частота вращения 300 об / мин.

Список цитируемых источников

1. Способ изготовления гипсового вяжущего : пат. 2023699С1 РФ, МПК С 04 В 11/02 / Е. А. Бобков, А. В. Ромашков, Б. А. Шверцер; заявитель Уральский научно-исследовательский и проектный ин-т строительных материалов — № 2023699; заявл. 26.11.1990; опубл. 30.11.1994.
2. Вяжущие гипсовые. Технические условия: ГОСТ 125-2018. — Введ. 01.05.2019. — М. : Стандартинформ, 2019. — 10 с.