

Э. И. Левданский, профессор; А. Э. Левданский, доцент;  
П. С. Гребенчук, аспирант

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗМЕЛЬЧЕНИЮ ПРЕССАТА ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ НА УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

The process flowsheet of a granular potassium chloride production is described in this work. Technological peculiarities of each stage of this process are considered. It was determined, that the most power-consuming stages in this flowsheet are fine grinding of potassium bricks an especially – the process of pressing of potassium chloride after flash drier. In the principal part of this work the process of grinding of potassium chloride bricks is mastered. The effectiveness of different grinders, used for these purposes, and their advantages and weaknesses are analyzed. The demands for the most effective grinder, which could be used in this production, are formulated. The new construction of a centrifugal percussion mill is proposed, the results of the researches of potassium chloride pressate grinding in this mill in comparison with grinders, used for these purposes nowadays, are produced. The recommendations for using of this grinder in the technological process of potash fertilizer production are given.

Одним из требований стандарта на хлористый калий, поставляемый потребителю как минеральное удобрение, является дисперсный состав гранул, которые должны иметь размер 2–4 мм. Считается, что при таких размерах гранул хлористый калий меньше слеживается при хранении, не пылит при перегрузках, лучше усваивается растениями и в меньшей мере вымывается почвенными водами.

При флотационном способе производства хлористый калий после обезвоживания и сушки получают в виде мелких зерен размером не более 1,2 мм; при галургическом способе на выходе из сушилки основная масса кристаллов имеет размеры не более 1,5 мм. Следовательно, для получения калийных удобрений с размером гранул 2–4 мм мелкозернистый хлористый калий после сушилок гранулируют путем прессования на валках с последующим измельчением прессата.

Схема такой установки представлена на рис. 1. Исходный мелкокристаллический хлористый калий через загрузочный конвейер поступает в воронку шнека-подпрессовщика 1. Здесь материал уплотняется и под давлением подается в зазор двухвалковой машины 2. При прохождении зазора между валками материал спрессовывается в непрерывную ленту (плитку, прессат). На первой стадии прессования происходит частичное разрушение частиц, их перупаковка и сближение на расстояние, достаточное для межатомного взаимодействия. На второй стадии при увеличении давления заканчивается разрушение частиц и происходит упруго-пластическое сжатие материала. При этом резко возрастает число контактов между частицами, что приводит к объемному упрочнению прессата. Поскольку хлористый калий обладает хорошей пластичностью, то на выходе из валков образуется довольно прочная плитка, имеющая плотность, близкую к  $2000 \text{ кг/м}^3$ . После валков плитка подается в роторную дробилку 3, где происходит ломка прессата и

предварительное измельчение. После первой стадии дробления материал поступает на классификацию в грохот 4, который имеет две решетки: верхнюю с размером отверстий 4 мм и нижнюю с размером отверстий 2 мм.

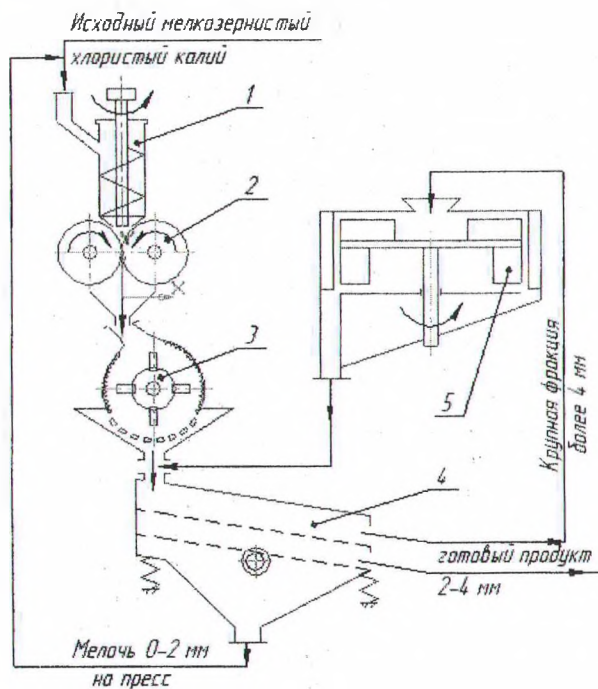


Рис. 1. Технологическая схема получения гранулированного хлористого калия:  
1 – шнек-подпрессовщик; 2 – валковый пресс;  
3 – роторная дробилка; 4 – грохот;  
5 – ударно-центробежная мельница

Таким образом, при грохочении материал разделяется по трем классам: крупный, товарный и мелкий. Товарный хлористый калий с размером гранул 2–4 мм отправляется на склад готового продукта, мелкий с размером частиц менее 2 мм подается в шнек-подпрессовщик для повторного прессования, а крупный –

на дополнительное измельчение в молотковую дробилку.

Показатели гранулометрического состава продуктов измельчения на выходе из роторной и молотковой дробилок представлены в таблице. Как видно из таблицы, выход товарного хлористого калия, имеющего размер гранул 2–4 мм, довольно низок и составляет для первой дробилки 11,5, а для второй – 16,15 %.

Таблица

Выход фракций, %

Разгрузка дробилки	Размер фракций, мм		
	свыше 4	2–4	0–2
Роторной	55,5	11,5	33
Молотковой	50,45	16,15	33,4
ДЦ-1,25.014 НПО «Центр»	57,7	19,8	22,5

Если первая дробилка (роторная) предназначена прежде всего для ломки спрессованной плитки и только потом для дробления, то вторая (молотковая) дробилка предназначена только для окончательного измельчения, и, конечно, здесь надо стремиться получить значительно более высокий выход готового продукта. Однако, как уже отмечалось нами ранее [1, 2], лучшего результата при использовании на второй стадии измельчения молотковой дробилки достичь невозможно, поскольку в этой конструкции измельчителя процесс происходит крайне неорганизованно. Часть продукта в молотковой дробилке за счет истирания переизмельчается, а другая часть, которая не попала под прямой удар лопаток, будет измельчаться недостаточно, что хорошо видно из таблице. Этот недостаток данной конструкции измельчителя отмечают многие исследователи, на что указывается в обзорной части работы [3].

Более высокие результаты по выходу целевого продукта достигнуты на 3-й обогатительной фабрике ПО «Беларуськалий» при испытании дробилки ДЦ-1,25.014 разработки НПО «Центр», г. Минск. Дробилка ДЦ-1,25 является ударной дробилкой метательного типа и здесь процесс измельчения проходит более организованно, в результате этого на выходе из дробилки количество готового продукта составляет почти 20 %. Однако и эта дробилка имеет существенный недостаток, заключающийся в следующем: исходный материал движется по диску от центра к периферии по трем каналам сплошным потоком, и сорвавшиеся с диска куски ударяются об отражательную стенку в стесненных условиях, что мешает свободному их разрушению на отдельные близкие по размеру частицы.

Значительно лучшего качества дробления кусков прессата можно достичь при использова-

нии конструкции ударно-центробежного измельчителя, разработанного авторами данной статьи [1, 2]. Эта конструкция ударно-центробежного измельчителя также метательного типа, а на разгонном диске имеется большое количество лопаток, что позволяет кускам материала двигаться от центра к периферии по одному, следовательно, удар их об отражательные стержни будет свободным. Кроме того, после разрушения куски крупные частицы, отскакивая от отражательных стержней и опускаясь вниз, попадут под удар отбойных лопаток, которые закреплены снизу разгонного диска, где и произойдет их окончательное разрушение.

Для подтверждения высказанных выше предположений были проведены исследования на полупромышленном измельчителе с диаметром ротора по концам лопаток 0,45 м. Количество разгонных лопаток на роторе составляло 12 шт., а скорость его вращения изменялась от 400 об/мин ( $v_t = 7,1$  м/с) до 900 об/мин ( $v_t = 21,3$  м/с). Количество измельченного прессата, имеющего размер более 4 мм и являющегося верхним сходом грохота, подаваемой в ударно-центробежный измельчитель, составляло 2 т/ч. После каждого опыта производился рассев продуктов измельчения на ситах с размером ячейки 4 × 4 мм и 2 × 2 мм и определялся весовой состав каждой из трех фракций. Результаты исследований представлены на графике (рис. 2). Из графика (кривая 2) видно, что количество фракций 2–4 мм, т. е. готового продукта, достигает наибольшей величины, равной 35,5 %, при скорости вращения ротора 600–700 об/мин ( $v_t = 14,2–16,5$  м/с), что более чем в 2 раза выше, чем в молотковой дробилке. Количество фракций –2 мм (кривая 1), естественно, с увеличением числа оборотов увеличивается с 10 % при  $n = 300$  об/мин до 65 % при  $n = 900$  об/мин, в то время как количество крупных фракций +4 мм (кривая 3) с увеличением числа оборотов уменьшается.

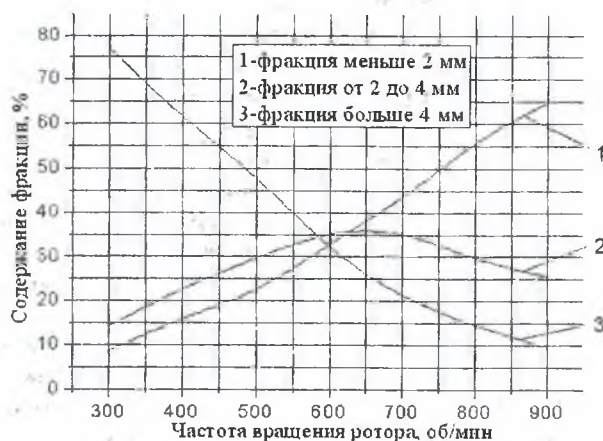


Рис. 2. Зависимость степени измельчения прессата КС1 от частоты вращения ротора

Из всех стадий получения гранулированного продукта наиболее энергоемким является процесс прессования. По данным ПО «Беларуськалий», на прессование расходуется почти половина всей электроэнергии, затрачиваемой на грануляцию. Поскольку фракция мельче 2 мм снова подается на прессование, то желательно, чтобы при окончательном измельчении этой фракции было как можно меньше. Как видно из графика (рис. 2), уменьшение содержания фракций  $-2$  мм наблюдается при уменьшении числа оборотов ротора измельчителя. Однако с уменьшением количества мелкой фракции будет уменьшаться выход и целевого продукта  $+2-4$  мм, а количество крупной фракции  $+4$  мм, циркулирующей в системе «грохот – мельница – грохот», возрастает. Следовательно, возникает необходимость нахождения таких параметров работы измельчителя (а именно частоты вращения ротора), при которых затраты электроэнергии на весь технологический цикл производства прессата хлористого калия были бы минимальными.

Проведенные нами расчеты по оптимизации процесса гранулирования с целью снижения энергозатрат на осуществление этого процесса показывают, что наиболее оптимальной является скорость вращения ротора 500 об/мин. При этой скорости количество мелкой фракции менее 2 мм составит 22 %, крупной – 48 %, а количество готового, целевого продукта составит

30 %, что значительно выше, чем при использовании других дробилок, результаты работы которых приведены в таблице.

Результаты проведенных исследований переданы на ПО «Беларуськалий» с целью использования разработанных нами ударно-центробежных мельниц на установках грануляции хлористого калия вместо молотковых дробилок. Внедрение позволит увеличить производительность установок и значительно снизить энергопотребление при гранулировании удобрений.

### Литература

1. Левданский, Э. И. Ударное измельчение материалов и некоторые направления его дальнейшего совершенствования / Э. И. Левданский, А. Э. Левданский, П. С. Гребенчук // Химическая промышленность. – 2005 – Вып. XII. – С. 60–62.
2. Левданский, Э. И. Влияние конструктивных и технологических параметров роторно-центробежной мельницы на эффективность измельчения материалов / Э. И. Левданский, А. Э. Левданский, П. С. Гребенчук // Труды БГТУ. Сер. III, Химия и технология неорганических веществ. – 2006. – Вып. XIV. – С. 129–132.
3. Глебов, Л. А. Интенсификация процесса измельчения сырья в производстве комбикормов: дис. д-ра. техн. наук: 05.18.12 / Л. А. Глебов. – М.: МТИПП, 1990. – 305 с.