

УДК 621.742.55

Ровенский С. Г., Гунько И. И.

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ФОРМОВОЧНЫХ ПЕСКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ

В настоящее время в мире очень остро стоит проблема утилизации промышленных отходов, и проблема добычи ресурсов. В литейном производстве одним из наиболее материалоемких процессов является формообразование, поэтому очевидна потребность в многократном (циклическом) использовании формовочных материалов. Эту проблему решает регенерация отработанных формовочных песков.

Необходимость использования процессов, позволяющих регенерировать формовочные смеси обусловлена большим количеством отходов литейного производства. Развитие оборота восстановленных смесей обусловлено удорожанием свежих формовочных песков, повышением затрат на их транспортировку и хранение. Наиболее эффективную регенерацию выбирают, исходя из свойств, применяемых связующих материалов. Показано, что многократное использование восстановленного песка позволяет реализовать малоотходную технологию. Так, при производстве одной тонны отливок расход формовочных и стержневых смесей – 5...7 т [1–3]. По мере освоения прогрессивных процессов формообразования доля свежих кварцевых песков непрерывно увеличивается.

Целью данной статьи является выбор машины для регенерации смеси и принятие мер по улучшению качества получаемого регенерата.

Использование систем регенерации формовочных песков, позволяет:

- сократить расходы на приобретение свежих формовочных песков;
- уменьшить количество отходов производства, что в свою очередь снимает проблему их последующей утилизации;
- уменьшить затраты на транспортировку свежих формовочных смесей, и вывоз отходов;
- значительно ускорить процесс подготовки формовочных смесей.

Известно несколько основных способов регенерации: механическая, термическая, гидравлическая, комбинированная.

Одним из наиболее оптимальных, часто используемых, экономичных и эффективных является механический способ регенерации формовочных смесей. Этот способ рационально использовать практически для всех типов формовочных смесей на основе синтетических связующих [2].

Механический способ регенерации смеси разделяется на три основных этапа.

1. Подготовительный этап. Этот этап включает в себя дробление конгломерированных зерен смеси на отдельные зерна, снижение количества нанесенного на зерна связующего до приемлемого уровня, делающего возможным разрыв связей; удаление мелких фракций формовочных смесей, остатков связующего и металлических включений.

2. Непосредственно регенерация. На этом этапе происходит оттирка инертных пленок связующего от зерен песка и восстановления их химической активности.

3. Заключительный этап. Включает в себя обеспыливание, классификацию и охлаждение регенерата до рабочего состояния перед повторным использованием.

Качество конечного регенерата зависит от эффективности второго этапа регенерации формовочных смесей. В качестве оборудования применяемого на этом этапе служат различные оттирочные устройства, оттирка инертных пленок в которых происходит за счет трения регенерата о рабочие части механизмов и взаимного трения зерен регенерата. Наиболее часто

в комплексах сухой механической регенерации в качестве оттирочных устройств используют: барабанные машины, скрубберы, шаровые мельницы гравитационного и центробежно-планетарного типов или другое механическое оборудование, выполняющее интенсивную абразивную обработку поверхности зерен [3]. Степень обработки возрастает с ростом напряжений в материале и с количеством взаимных контактов песчинок. Основным недостатком всех вышеперечисленных машин являются наличие кроме истирающих еще и ударных нагрузок на отработанную смесь, в результате чего происходит разрушение песчинок, и увеличение пылевидной составляющей в готовом регенерате. Также большинство таких машин являются машинами камерного типа, соответственно технологическое время тратится на загрузку и выгрузку регенерата.

Задачей статьи является выявление устройства, которое обеспечило бы непрерывную обработку отработанного формовочного материала и воздействие которого, на регенерируемую смесь, не приводило бы к разрушению зерен песка, а также исследование параметров регенерации и влияние их на конструктивные особенности истирающего механизма.

Поставленная задача решается путем применения в качестве оттирочного устройства конической дробилки мелкого дробления [4]. Устройства данного типа обладают хорошей степенью измельчения и истирания за счет трения песчинок о рабочие поверхности устройства, также они имеют проходной характер, то есть не требуют загрузки и выгрузки. По сравнению с другими видами подобного оборудования они обладают рядом преимуществ: высокой производительностью, непрерывностью действия, возможностью контроля гранулического состава выходящего материала, легко устанавливаются в линии и комплексы (рис. 1).

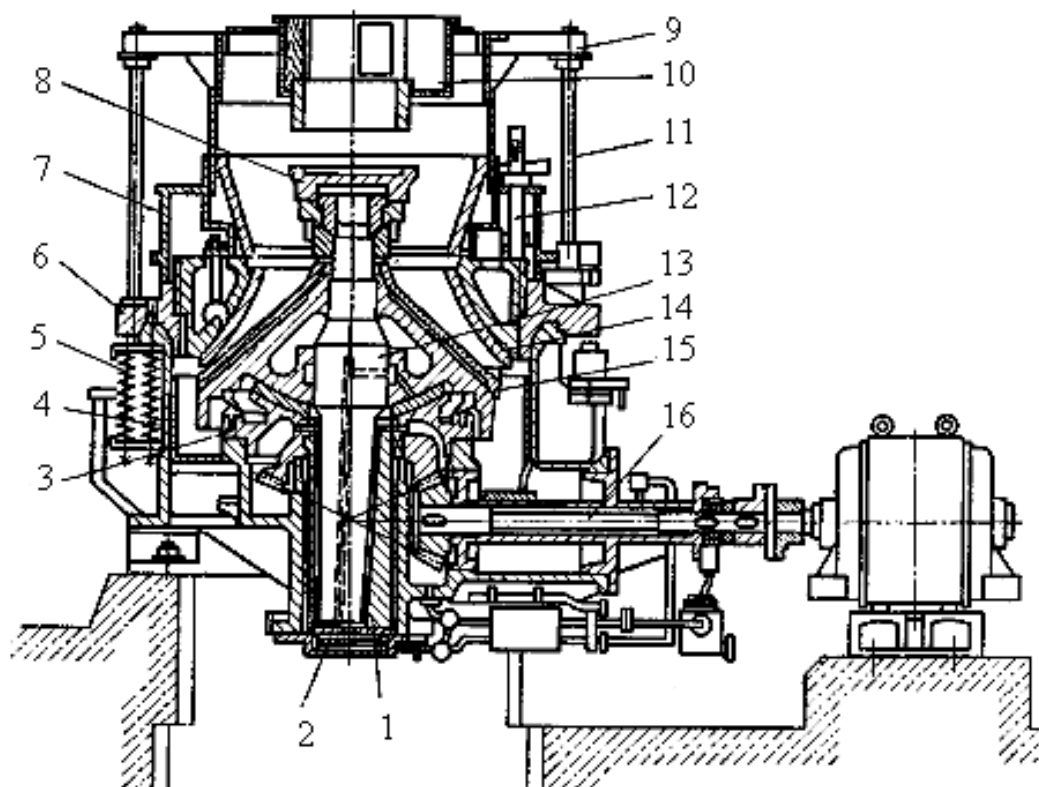


Рис. 1. Коническая дробилка мелкого дробления:

1 – эксцентрик; 2 – подпятник; 3 – опорная чаша; 4 – станина; 5 – предохранительные пружины; 6 – опорное кольцо; 7 – кожух; 8 – распределительная плита; 9 – загрузочное устройство; 10 – приемная коробка; 11 – стойки; 12 – колонки; 13 – вал; 14 – неподвижный конус; 15 – подвижный конус; 16 – приводной вал

Дробилка состоит из станины 4 с опорным кольцом 6 и предохранительными пружинами 5, эксцентрика 1, установленного в центральном стакане станины на четырехдисковом подпятнике 2. Через конические зубчатые колеса эксцентрик связан с приводным валом 16, расположенным в горизонтальном патрубке станины 4. С коническим отверстием эксцентрика 1 сопряжен шлицевой хвостовик вала 13 подвижного конуса, опирающегося на сферический подпятник опорной чаши 3. Рабочая камера дробилки образуется наружной поверхностью подвижного конуса 15, и внутренней поверхностью неподвижного конуса 14 регулируемого кольцом, сопрягающегося упорной резьбой с опорным кольцом 6. Для обеспечения правильной работы резьбы под нагрузкой осевой люфт в резьбе выбирается при подтягивании регулирующего кольца колонками 12 с клиньями. Клинья опираются на кожух 7, установленный на опорном кольце 6. В верхней части дробилки имеется герметичное загрузочное устройство 9, установленное на четырех стойках 11 и станине 4. Исходный материал поступает в приемную коробку 10 загрузочного устройства и через патрубок ссыпается на распределительную плиту 8 подвижного конуса.

Истирание инертных пленок связующего и активация поверхностей песчинок происходит за счет непосредственно воздействия рабочих поверхностей дробилки на песок и за счет взаимного трения песчинок.

В процессе выполнения задач данной статьи были проведены исследования по выявлению зависимости влияния времени механического воздействия на регенерат, на качество получаемого регенерата и на конструкционные особенности дробилки мелкого дробления.

Первый этап исследований включал в себя исследование технологических параметров отработанной и регенерированной смеси ХТС, а также выявление оптимального времени механического воздействия на регенерат, для достижения необходимой с технологической точки зрения прочности смеси приготовленной на основе регенерата.

В качестве исследуемой смеси применялась смесь ХТС следующего состава: песок формовочный кварцевый 1К102016 ГОСТ 2138-91 – 100 %, смола карбомидофурановая марки КРАФС-1 ТУ 64-5312-06-93 – 1,8 %, кислота ортофосфорная ГОСТ 10678-76, отвердитель К, плотность 1,56-1,58 г/см<sup>3</sup> – 1,3 %. В качестве оттирочной машины для исследования применялась модель конической дробилки мелкого дробления.

Были проведены исследования на прочность пяти стандартных образцов смеси ХТС, приготовленных на основе свежего кварцевого песка, затем данные образцы в течение различного времени подвергались механической регенерации на модели конической дробилки мелкого дробления. После регенерации регенерат был просеян и на его основе были изготовлены образцы для проведения испытаний на прочность смеси ХТС. Результаты исследований представлены в табл. 1

Таблица 1

## Результаты исследований технологических свойств регенерата

№ образца	Прочность образца до регенерации, МПа	Время оттирки, сек.	% глинистой составляющей в регенерате	Прочность образца после регенерации, МПа
1	2,1	20	2,1	1,4
2	2,1	40	2,6	1,8
3	2,1	60	3,1	2,0
4	2,1	80	3,8	2,4
5	2,1	100	4,4	2,4

В результате анализа данных таблицы получена зависимость прочности смеси ХТС на основе регенерата от времени регенерации (рис. 2).

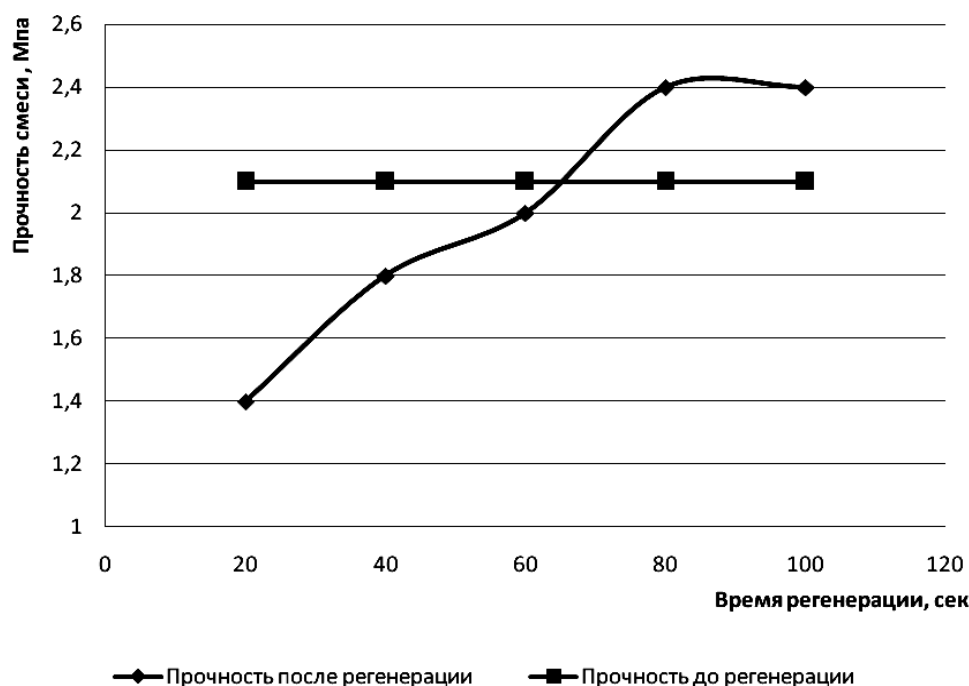


Рис. 2. Зависимость прочности смеси ХТС на основе регенерата от времени регенерации

Из полученной зависимости, с учетом потери песка в результате разрушения песчинок и переходе их в глинистую составляющую, очевидно, что оптимальное время обработки отработанной смеси на модели дробилки мелкого дробления находится в интервале  $t_m = 70 \dots 80$  секунд.

Второй этап исследований заключается в определении зависимости оптимального объема камеры дробления, которая образуется внутренним подвижным конусом и наружным неподвижным конусом дробилки мелкого дробления от оптимального времени обработки отработанной смеси, определенного на первом этапе исследований.

Согласно методике предложенной В. Я. Борщевым производительность дробилки мелкого дробления рассчитывается по следующей формуле (1) :

$$P = K_p \cdot p \cdot D_n \cdot c \cdot e \cdot n_d, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где  $P$  – производительность дробилки мелкого дробления,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$K_p$  – коэффициент разрыхления отработанной формовочной смеси ( $K_p = 0,8 \dots 0,85$ );

$D_n$  – диаметр нижнего основания подвижного конуса дробилки мелкого дробления, м;

$c$  – величина зоны параллельности, м ( $c \approx \frac{D_n}{12}$ );

$e$  – величина разгрузочной щели, м;

$n_d$  – частота вращения вертикального вала дробилки мелкого дробления, об/мин.

Для того чтобы выдерживалось оптимальное время механической обработки регенерата в рабочей полости дробилки, объем рабочей полости должен соответствовать следующему условию (2):

$$V_p = \Pi \cdot t_\partial, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $V_p$  – Объем рабочей камеры дробилки мелкого дробления,  $\text{м}^3$ ;

$t_\partial$  – оптимальное время обработки отработанной смеси в рабочей полости дробилки мелкого дробления, с. Определяется по формуле (3):

$$t_\partial = \frac{t_m \cdot n_m \cdot (d_n + d_k)}{n_\partial \cdot (D_n + D_k)}, \text{ с}, \quad (3)$$

где  $n_m$  – частота вращения вала модели конической дробилки мелкого дробления, об/с;

$d_n$  – диаметр нижнего основания подвижного конуса модели конической дробилки мелкого дробления, м;

$d_k$  – диаметр верхнего основания подвижного конуса модели дробилки мелкого дробления, м;

$D_k$  – диаметр верхнего основания подвижного конуса дробилки мелкого дробления, м.

$t_m$  – оптимальное время обработки отработанной смеси в рабочей полости модели дробилки мелкого дробления, с.

Величина  $t_m$  является эмпирической, и методика ее определения была подробно описана на первом этапе исследований.

То есть смысл формулы (2) заключается в следующем: в рабочую камеру конической дробилки каждую секунду поступает и выпадает одинаковое количество отработанной смеси, определяемое по формуле (1). Соответственно для того чтоб каждая поступающая в рабочую камеру дробилки порция отработанной смеси проходила стадию механической обработки в течение времени  $t_\partial$ . Необходимо, чтобы объем рабочей камеры дробилки вмещал количество порций отработанной смеси, равное  $t_\partial$ , притом, что объем каждой порции смеси рассчитывается по формуле (1). Обеспечение этого условия позволит получить регенерат достаточно высокого качества.

В данный момент подана заявка на изобретение, позволяющая увеличить степень воздействия данной дробилки на истираемый отработанный формовочный материал.

## ВЫВОДЫ

Приведен анализ воздействия технологических факторов процесса регенерации на конструкционные особенности машины для регенерации, и разработана методика выбора ее оптимальных конструкционных параметров.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бойченко А. С. Сухая механическая регенерация на заводах Минтяжмаша / А. С. Бойченко, В. М. Горфинкель, Ю. П. Пышминцев // *Литейное производство*. – 1987. – № 5 – С. 12.
2. Шлектор А. А. Регенерация песка из отработанных смесей / А. А. Шлектор, В. С. Палесгин, В. Н. Скорняков // *Литейное производство*. – 1987. – № 5. – С. 28.
3. Серебряков С. П. Центробежно-лопаточный принцип регенерации и активации формовочных песков / С. П. Серебряков, А. Г. Афанасьев, К. Н. Попков // *Литейное производство*. – 2005. – № 12. – С. 22.
4. Борщев В. Я. Оборудование для измельчения материалов : дробилки и мельницы : учебное пособие / В. Я. Борщев. – Тамбов : ТГТУ, 2004. – 75 с.