

УДК 622.78

**Е.П. Терехин**

## **МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ГРАНУЛИРУЮЩЕГО ШНЕКОВОГО ПРЕССА ДЛЯ АКТИВАЦИИ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН**

*Методика позволяет определять силовые характеристики пресса в зависимости от геометрических и кинематических параметров, а также свойств активируемых бентоглин. Эксплуатация технологической линии на опытном заводе ОАО «НИИКМА» показала соответствие энергетических затрат расчетным при различных режимах нагружения.*

*Ключевые слова:* пресс шнековый, расчет, глина бентонитовая, активация, грануляция.

---

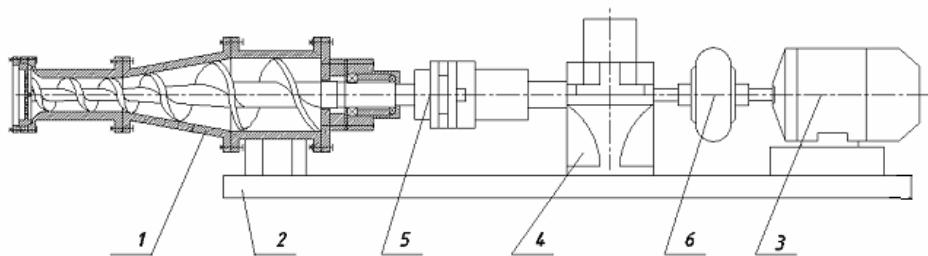
**И** следованиями НИИКМА [1] установлена высокая эффективность получения гранулированного бентонита методом химико-механической активации глин естественной влажности. Для промышленной реализации результатов исследований была разработана конструкция универсального гранулирующего шнекового пресса (экструдера) для переработки бентонитового сырья с различными природными свойствами.

На рисунке показан гранулирующий шнековый пресс с приводом (Патент РФ на изобретение № 2298470 от 10.05.2007). Пресс содержит корпус и шнек на приводном валу с лопастями для очистки формующей решетки, установленной в расширенном выходном окне корпуса.

Привод пресса 1 смонтирован на раме 2 и состоит из электродвигателя 3 с двухступенчатым цилиндрическим редуктором 4 и двух муфт: упругой с торообразной оболочкой 6 и кулачково-дисковой 5.

Несколько опытно-промышленных образцов прессов эксплуатировались на опытном заводе ОАО «НИИКМА» для выпуска небольших партий активированного гранулированного бентонита различного назначения из глин Миллеровского месторождения (Ростовская область).

Рациональные геометрические параметры, частота вращения и мощность двигателя привода таких машин определяются экспериментальным путем с использованием данных заводской практики и технической литературы [2, 3].



**Установка для грануляции бентонитовой глины**

Для определения производительности шнекового пресса с достаточной точностью можно пользоваться выражением:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)(S - \delta)n60\rho}{4}, \text{м/час};$$

где  $D$  — наружный диаметр цилиндрической выходной части шнека, м;  $d$  — диаметр основания шнека, м;  $S$  — шаг шнека, м;  $\delta$  — толщина лопасти, м;  $n$  — частота вращения шнека, мин<sup>-1</sup>;  $\rho$  — плотность материала на выходе из пресса, т/м<sup>3</sup>.

Скорость движения массы перед решеткой будет равна

$$V = \frac{4Q}{3600\pi(D^2 - d^2)\rho}, \text{м/с}.$$

На основе рекомендаций [2] частоту вращения принимают равной 20—40 об/мин. Используя распространенные стандартные редукторы с передаточным числом  $i = 40$  и электродвигатели с  $n_{дв} = 1465$  об/мин получаем  $n = n_{дв}/i = 36.6$  об/мин, для прессов с диаметром выходной части шнека  $D = 100\dots200$  мм.

Мощность двигателя для привода шнекового вала гранулирующего шнекового пресса зависит от большого количества факторов [3]: свойств формируемой массы, проворачивания, возврата и сжатия ее в прессе, трения массы о винт и корпус, качества поверхности шнека и корпуса пресса.

Многофакторность процесса классификации глины осложняет разработку математической модели движения шнекового вала пресса, исследование которой позволило бы определить силовые параметры машины.

Рассмотрим некоторые случаи нагрузления пресса для получения зависимостей энергетических парамет-

ров от геометрических характеристик шнека и кинематических показателей привода, а также механических свойств прессуемых глин.

Режим максимального нагружения пресса при его заштыбовке уплотненной полупластифицированной глиной характеризуется отсутствием поступательного движения материала и наибольшим вращающим моментом на приводе. В этом случае материал заполняет межвитковое пространство, превращая шнек в монолитный глиняный цилиндр, который при вращении взаимодействует с глиняной рукояткой корпуса.

Момент силы трения  $T_{тр}$  можно определить из выражения:

$$T_{тр} = F_{тр}D/2, \text{Н}\cdot\text{м}.$$

Сила трения  $F_{тр}$  зависит от радиальной составляющей  $P_r$ , создаваемого прессом давления, взаимосвязанной с осевой составляющей  $P_a$  [2]:

$$P_r = \xi P_a, \text{ МПа},$$

где  $\xi$  — коэффициент радиального давления,

$$F_{тр} = \pi D L \xi P_a f_2, \text{ Н},$$

где  $L$  — длина цилиндрической выходной части шнека, м;  $f_2$  — коэффициент трения глины по глине.

С учетом полученного выражения момент определяется:

$$T_{тр} = D^2 L \xi P_a f_2 \pi / 2, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

а потребляемая мощность  $P$ :

$$P = T_{тр} \pi n / 30, \text{ Вт}.$$

В режиме номинального нагружения уплотненный материал взаимодействует с лопастями шнека, при этом силу трения на передней поверхности одного витка можно определить по следующей формуле

$$F_{тр} = A P_a \cos \alpha_{cp} f_1, \text{ Н},$$

где  $A$  — площадь одного витка;  $\alpha_{cp}$  — угол подъема винтовой линии на среднем диаметре шнека;  $f_1$  — коэффициент трения стали по глине.

Износ задней поверхности лопасти, как показывают наблюдения, составляют 30...50% от износа передней, поэтому можно предположить, что давление по задней поверхности составляет  $0,7P_a$ . Тогда полная сила трения при взаимодействии со всеми витками цилиндрической спирали  $F_{mp} = 1,7AP_a\cos\alpha_{cp}f_1L/S$ , Н.

Поверхность шнека является линейчатой, неразвертываемой. Виток шнека можно приближенно представить в виде плоского кольцевого сектора [4], площадь которого равна  $A = 0,00218\beta(D_1^2 - d_1^2)$ , м<sup>2</sup>, где  $D_1$  и  $d_1$  — внешний и внутренний диаметры кольцевого сектора соответственно;  $\beta$  — центральный угол сектора.

Геометрические параметры ( $\beta$ ,  $D_1$  и  $d_1$ ) можно определить по универ-

сальным формулам [4]. Однако в рассматриваемом диапазоне диаметров при углах  $\alpha \approx 10^\circ \dots 13^\circ$  значения  $\beta \approx 330^\circ$ ,  $D_1 \approx 1,05D$ ,  $d_1 \approx 1,15d$ , тогда

$$A = 0,72[(1,05D)^2 - (1,15d)^2], \text{ м}^2.$$

Момент трения и потребляемая мощность

$$T_{mp} = 1,7AP_a\cos^2\alpha_{cp}f_1D_{cp}L/2S, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$P = T_{mp}\pi n/30, \text{ Вт},$$

$$D_{cp} = (D + d)/2, \text{ м}.$$

Методика инженерного расчета гранулирующего шнекового пресса была использована при создании технологической линии для производства гранулированного активированного бентонита, которая в настоящее время эффективно эксплуатируется на опытном заводе ОАО «НИИКМА». Полученные зависимости могут быть применены при расчете прессовых машин для грануляции и других пластичных материалов, например при производстве керамзита.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехин Е.П. Технология повышения связующих свойств отечественных бентонитовых глин для окомкования железорудных концернратов: Тезисы доклада / Е.П. Терехин, А.К. Захаров. – ГИАБ ОВ № 12. – 2003.
2. Бахталовский И.В. Механическое оборудование керамических заводов: Учебник для техникумов промышленности строительных материалов / И.В. Бахталовский,
3. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров: Учебник для вузов / А.П. Ильевич. – М.: Высшая школа, 1979. – 344 с.
4. Перетолчин В.А. Вращательное бурение скважин на карьерах / В.А. Перетолчин. – М.: Недра, 1975. – 128 с. ГИАБ

## КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Терехин Е.П. – кандидат технических наук, главный инженер ЗАО «НИИКМА-опыт», niikma@mail.ru



UDC 622.78

## THE TECHNIQUE ENGINEERING CALCULATION GRANULATING SCREW PRESS FOR BENTONITE CLAYS ACTIVATION

Terekhin E.P., PhD, Chief engineer, NIIKMA-OPTYT JSC.

*The technique allows to determine the power characteristics of the press, depending on the geometric and kinematic parameters, as well as the properties of activated bentonite clays. Operation of the production line at JSC «NIIKMA» experimental plant showed the accordance of energy costs with those of calculated under various loading conditions.*

*Maximum stress regime of a screw extruder jammed with compacted semiplastic clay is characterized by the absence of forward motion of clay and the low torque on the drive. In this case, clay clogs spacing of flight screws, and the screw turns into a solid clay cylinder that rotates and interacts with clayey jacket of the housing.*

*The engineering design procedure for a granulating screw extruder was used in designing of granulated activated bentonite production line that has been successively operated at the pilot plant of NIIKMA JSC. The derived relations can be used in calculation of squeezing machines for granulation of other plastic materials, e.g., expanded-clay aggregate.*

**Key words:** screw press, calculation, bentonite clay, activation, granulation.

### REFERENCES

1. Terekhin E.P., Zakharov A.K., 2003. Binding enhancement technology for domestic production of bentonite for pelletization of iron ore concentrates: Extended abstracts, Mining Information and Analysis Bulletin, No. 12.
2. Bakhtalovsky I.V., Barybin B.P., Gavrilov S.A., 1982. Pottery Machinery: Construction Material Industry College Textbook. Moscow: Mashinostroenie. P. 432.
3. Ilievich A.P., 1979. Machines and Equipment for Ceramics and Refractory Brick Manufacture: University Textbook. Moscow: Vysshaya shkola. P. 344.
4. Peretolchin V.A., 1975. Rotary Hole Drilling in Open Pits. Moscow: Nedra. P. 128.



### ГОРНАЯ КНИГА



Горный информационно-аналитический бюллетень.  
Отдельный выпуск № 5. Информатизация и управление  
2013  
296  
ISBN: 0236-1493  
UDK: 622.618

В сборнике освещены вопросы, связанные с информационными технологиями, информатизацией и автоматизацией горной промышленности и других отраслей. Приведены материалы симпозиума "Неделя горняка".

Сборник представляет интерес для научных и инженерно-технических работников научных институтов, проектных организаций и горных предприятий, а также для студентов.