

сти генерировать необходимую реактивную мощность. Другое ограничение связано с возможностью потери двигателем синхронизма. Существует граничное значение скольжения s , начиная с которого двигатель втягивается в синхронизм практически при любом значении угла θ [1] :

$$s < 0,0564 \sqrt{\frac{\omega_o M_m}{J}}, \quad (18)$$

где M_m - максимальное значение момента синхронного двигателя.

Условие (18) накладывает ограничения на скорость изменения величины α :

$$\frac{d\alpha}{dt} < 0,0564 \sqrt{\frac{\omega_o M_m}{J}}. \quad (19)$$

Невыполнение условия (19) приводит к недопустимым в процессе эксплуатации явлениям: к потере электродвигателем устойчивости, к колебаниям ротора, выпадения из синхронизма и т.д.

Таким образом, решение уравнения (14) с ограничениями (17) и (19) позволяет определить режим работы синхронного электродвигателя при переменной нагрузке, как с точки зрения компенсации реактивной мощности так и с точки зрения привода турбомашин. На основании построенной математической модели становится возможным оценить взаимозависимость величины компенсируемой реактивной мощности и неустойчивости параметров магистрали. Это позволяет разработать рациональную стратегию снижения себестоимости продукции горнообогатительных предприятий за счет эксплуатации оборудования в номинальных режимах и компенсации реактивной мощности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы автоматизированного электропривода / М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В.М. Терехов, А.В. Шинявский. - М. : Энергия, 1974. - 568с.
2. Андреев В.П., Сабиллин Ю.А. основы электропривода. - М.- Л.: Госэнергоиздат, 1963. - 772с.
3. Онищенко Г.Б., Юньков М.Г. Электропривод турбомеханизмов. - М. ; Энергия, 1972. - 240с.
4. Вербовой П.Ф. перспективы создания регулируемого электропривода переменного тока для турбомеханизмов // Проблемы энергосбережения. - К. : Наукова думка, 1993. - Вып. 11. - С.3-11.

УДК 622.765:622.751.77

А.С. Кирнарский, В.В. Гаевой

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПУЛЬПЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ МОКРОЙ ВИНТОВОЙ СЕПАРАЦИИ

Наведено результати стемдових досліджень впливу щільності пульпи на показники мокрої гвинтової сепарації.

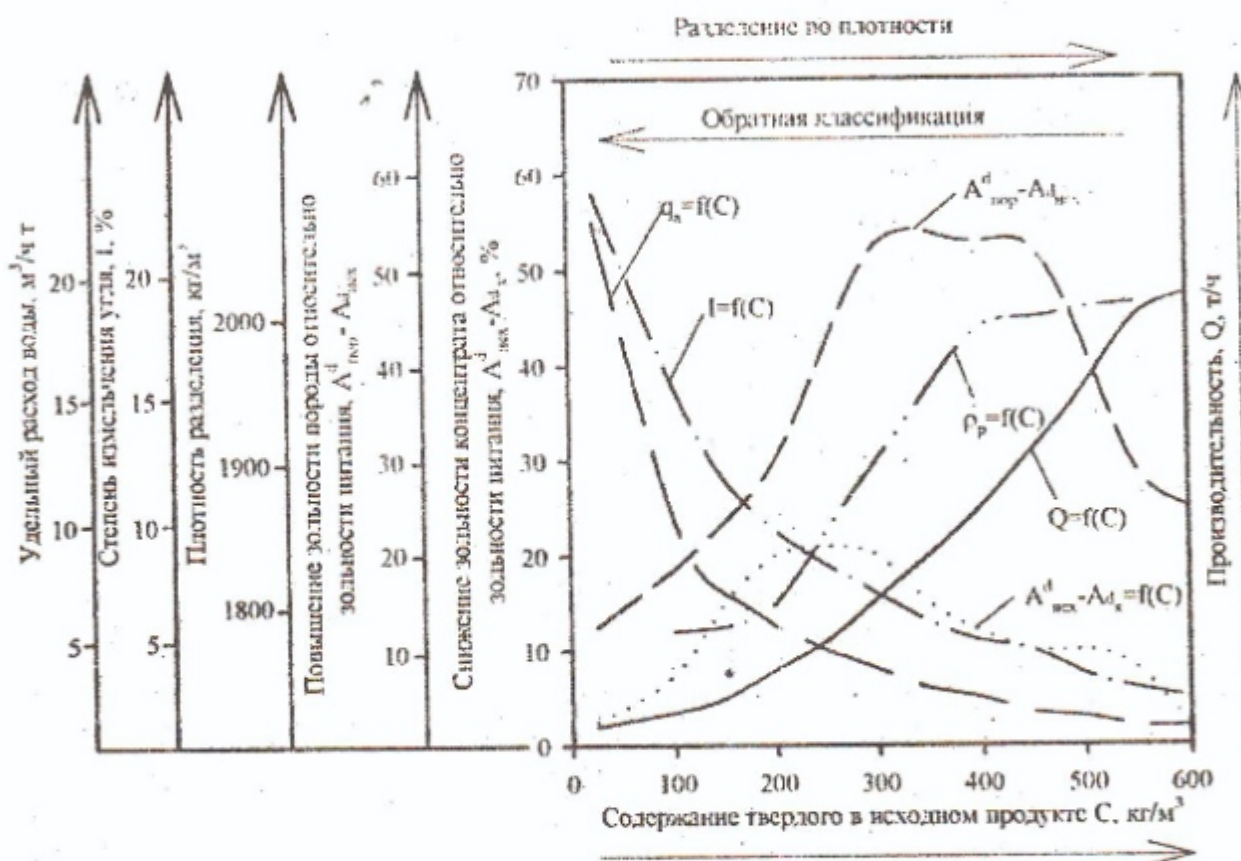
Аутогенные свойства разделительной среды могут проявиться только при определенном содержании твердой фазы в исходной пульпе, так как повышение плотности пульпы сопровождается усилением циркуляции зерен промежуточной фрак-

ции с формированием аутогенного ядра, при этом имеет место разделение по плотности. Для подтверждения этого теоретического вывода были проведены экспериментальные исследования, при этом влияние содержания твердого в исходном продукте определялось в связи с изменением таких параметров: снижение зольности в концентрате относительно зольности питания, $A_{исх}^d - A_{к}^d$, %; повышение зольности породы относительно зольности питания, $A_{пор}^d - A_{исх}^d$, %; плотность разделения, ρ_p , кг/м³; степень измельчения угля, I , %; удельный расход воды, q_w , м³/т·ч; производительность по исходному продукту, Q , т/ч.

Результаты исследований представлены на рис. 1. Как видно из этих данных, качественный концентрат предпочтительнее получать при плотности питания в диапазоне 200...300 кг/м³, так как в этом случае снижение зольности концентрата мокрой винтовой сепарации относительно зольности питания $(A_{исх}^d - A_{к}^d)$ достигает максимального значения (20 %). В то же время, для получения высокозольных отходов лучше работать при повышенном содержании твердой фазы в исходном продукте, так как наибольшее повышение зольности породы относительно зольности питания $(A_{пор}^d - A_{исх}^d)$, которое по данным рис.

1 составляет более 50 %, приходится на плотность питания в пределах от 300 до 500 кг/м³. Эти данные свидетельствуют о том, что мокрая винтовая сепарация должна осуществляться в два приема. На первой стадии устанавливаются винтовые сепараторы, работающие наиболее эффективно при плотности питания 200 - 300 кг/м³, при этом разделение материала в таком режиме протекает преимущественно по плотности, а на второй стадии применяются винтовые шлюзы типа аппаратов ШВЛ - 1000 (2000), где разделение переходит из режима стесненного осаждения в режим обратной классификации, что предпочтительнее для выделения качественных отходов. Характерно, что плотность разделения (ρ_p) при выделении концентрата в диапазоне плотности исходного продукта 200...300 кг/м³ составляет 1800...1900 кг/м³ и возрастает до 2000 кг/м³ при плотности питания 400 кг/м³.

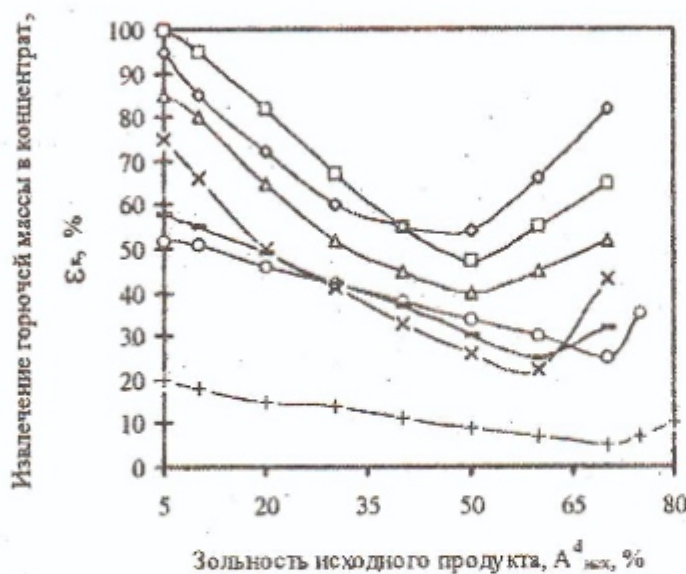
Повышение плотности пульпы благоприятствует улучшению таких технологических показателей как производительность и удельный расход воды (q_w). Разжиженное питание неэкономично технологически, так как при плотности исходного продукта менее 150 кг/м³ резко повышается расход воды (с 6 до 19,5 м³/т·ч) возрастает измельчаемость материала (с 11 до 20 %), при этом наблюдается ухудшение качества концентрата $(A_{исх}^d - A_{к}^d \leq 15\%)$ и особенно качества отходов $(A_{пор}^d - A_{исх}^d < 22\%)$ в условиях низкой пропускной способности настоящих технологий (производительность не достигает и 2 т/ч).



- $A_{top}^d - A_{bot}^d = f(C)$ - зависимость снижения зольности концентрата от плотности питания;
- $A_{top}^d - A_{bot}^d = f(C)$ - зависимость повышения зольности порошка от плотности питания;
- $\rho_p = f(C)$ - зависимость плотности разделения от плотности питания;
- $I = f(C)$ - зависимость степени измельчения от плотности питания;
- $Q = f(C)$ - зависимость производительности от плотности питания;
- $q_w = f(C)$ - зависимость удельного расхода воды от плотности питания.

Рис. 1. Влияние плотности питания на показатели винтовой сепарации

Измельчаемость обогащаемого на винтовых сепараторах угля определялась по количеству вновь образовавшегося класса 0,0...0,25 мм в процентах от питания МВС - процесса при работе установки в замкнутом цикле с перекачивающим центробежным насосом. Высокая степень измельчения перерабатываемого угля требует избегать применения насосов при переработке мелкого угля на винтовых сепараторах, например, при дообогащении отсеков, штыбов, промежуточных углеобогащительных фабрик. Такие продукты лучше подавать специальными питателями или самотеком по желобам. Представляет практический интерес зависимость извлечения горючей массы в концентрат МВС - передела от зольности исходного продукта при различном содержании в последнем твердой фазы, для установления которого была проведена серия опытов, результатом чего стало семейство кривых (рис. 2).



Содержание твердого в исходном продукте, кг/м³:

1 - 200; 2 - 300; 3 - 400; 4 - 500; 5 - 600; 6 - 700; 7 - 100

Рис. 2. Зависимость извлечения в концентрат от зольности питания при различном содержании твердого

Из приведенных кривых следует, что с повышением зольности исходного продукта от 5 до 50 % извлечение горючей массы в концентрат линейно уменьшается, при этом особенно резко это наблюдается у более разжиженных пульп (200...400 кг/м³). Так при плотности пульпы 200 кг/м³ с увеличением зольности питания от 10 до 50 % извлечение уменьшается на 49 %. Характерно, что сильно разбавленная пульпа (100 кг/м³) обрабатывается на винтовом сепараторе технологически малоэффективно, так как в этом случае извлечение горючей массы в концентрат колеблется в пределах от 7 до 19 %. Наблюдения за перемещением зерен в таких разжиженных пульпах показывают смещение легких и тяжелых частиц к внутреннему борту уже на первом витке сепаратора, при этом в последующем эти частицы практически не отклоняются к перифе-

рии винтовой поверхности. Таким образом, аутогенные свойства разделительной среды на винтовом желобе являются результатом не только анизотропной турбулентности винтового потока, но и его реологических характеристик, обусловленных определенным содержанием твердой фазы в исходном продукте ($300 \dots 700 \text{ кг/м}^3$), так как в этих условиях формируется постель минеральных зерен, имеет место их разделение по плотности (относительно разбавленная пульпа, $200 \dots 400 \text{ кг/м}^3$) или крупности (относительно плотных пульп, $400 \dots 750 \text{ кг/м}^3$), при этом по действием гидродинамического давления минеральные зерна разделяются по высоте.

Содержание твердого изменяется по ширине винтового желоба. У внутреннего борта этот показатель составляет $200 \dots 350 \text{ кг/м}^3$, у наружного борта достигает $750 \dots 850 \text{ кг/м}^3$, а в центральной части потока содержание твердого составляет $330 \dots 500 \text{ кг/м}^3$. Следовательно, порода на винтовом сепараторе разделяется преимущественно по плотности, концентратные фракции - по крупности, а промежуточные фракции выполняют роль демпфера, который обеспечивает устойчивость разжижения пульпы в рабочей зоне аппарата независимо от колебаний плотности исходного продукта, что выгодно отличает МВС - процесс от концентрации на столах или конусных сепараторах. Непременным условием эффективной работы последних является поддержание постоянства технологического режима. При снижении плотности питания менее 400 кг/м^3 разделение на конусных сепараторах прекращается. Этот пример неразвитых аутогенных свойств разделительной среды при незначительном содержании твердой фазы и невысокой турбулентности невинтового потока. Винтовой сепаратор - это саморегулируемый аппарат в котором имеет место разделение по нескольким признакам одновременно, при этом колебания содержания твердой фазы в исходном продукте компенсируются соответствующим изменением плотности пульпы в центральной части потока.

УДК 621.695:622.276

Е.А. Вишняк

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДОБЫЧНОГО МОРСКОГО ПУЛЬПОПРОВОДА

У роботі запропоновано методику визначення параметрів напружено-деформованого стану транспортного пульпопроводу у складі гірничо-морських видобувальних комплексів. Розрахункова схема трубного ставу базується на відомій стержневій моделі. Приведено результат зрівняння розрахункових даних, отриманих з використанням стержневої моделі та моделі гнучкої нитки.

Проектирование глубоководных пульпопроводов, предназначенных для транспортирования твердых полезных ископаемых, поставило целый ряд проблем динамики и прочности протяженных пульпопроводов при сложном нагружении, связанных с механикой гибких непрерывно-дискретных упругих систем, взаимодействующих с движущейся жидкостью. Транспортный пульпопровод представляет собой сложную протяженную упругую конструкцию, которая со-