

УДК 622.647.4(043.3)

Д.М. Кобылянский

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВЯЗКОГО МАТЕРИАЛА (ГЛИНЫ) ВИНТОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ

Одной из нерешённых до настоящего времени проблем является транспортирование винтовыми конвейерами материалов, обладающих свойствами липкости и вязкости, в частности, глинистых и битумосодержащих горных пород, которые налипают на вращающийся шнек вплоть до образования пробок и полного прекращения транспортирования. Данная проблема пока не получила достаточно эффективной технологической и конструкторской проработки.

Указанные обстоятельства свидетельствуют о необходимости поиска конструктивных и технологических решений, направленных на повышение эффективности и надёжности процесса транспортирования сильновязких материалов винтовыми конвейерами.

Известны различные методы борьбы с налипанием материала на элементы винтового конвейера (ВК): тепловой, вибрационный, электромагнитный, введение незначительных количеств различных добавок (ПАВ) и др. По мнению автора, представляет интерес метод вибровозбуждения винта, особенно в комбинации с принудительным увлажнением материала.

Применение вибрации, как правило, приводит к значительной интенсификации процессов и повышению качественных показателей различных устройств. Вибрационные машины и технологические процессы в настоящее время используют практически во всех отраслях промышленности [1].

При включении вибратора и колебаниях шнека уменьшаются силы трения между материалом и поверхностью шнека, а также коэффициент внутреннего трения материала, чем и объясняется положительный эффект при транспортировании. Наличие вибрации придаёт некоторому объёму горной породы, находящейся в этой области, свойств текучести, причём, с регулированием частоты и амплитуды вибрации появляется реальная возможность управлять этим процессом.

Автором разработан «Винтовой конвейер», оснащенный вибровозбудителем новой конструкции, на который получен патент РФ № 2312807 [2].

Для выполнения экспериментальных исследований использовался комплекс оборудования, состоящий из двух стендов со сменными шнеками и измерительно-регистрирующей аппаратуры [3].

В экспериментах с транспортированием глины отмечалась сложность загрузки ВК. Глина зависает в погрузочном бункере даже при полностью

открытой заслонке и шнек работает вхолостую. При попытках протолкнуть материал в рабочее пространство перегружателя глина сразу же вовлекается в круговое движение, возникает почти 100%-я циркуляция и пробкообразование. Значительная часть материала не перемещается в осевом направлении, а перемешивается на одном месте. Резко возрастают вращающий момент M (до $10\text{Н}\cdot\text{м}$) и осевое усилие вала шнека F (до 100Н), а также потребляемая мощность N (до $0,6\text{кВт}$). Производительность ВК при этом низка. Такая картина наблюдается при различных конструктивных и режимных параметрах экспериментальной установки.

В качестве одного из способов, улучшающих физико-механические свойства глины, снижающих её вязкость и склонность к налипанию к поверхностям шнека и корпусу, использовалось добавление воды. Здесь, в отличие от других транспортируемых материалов (песка, угля, песчаника), следует отметить плохую способность глины к смешиванию с водой. Образуется неоднородная масса, в которой присутствуют фрагменты с различной влажностью, вязкостью, липкостью, что вызывает неустойчивые режимы транспортирования. Тщательное перемешивание глины с водой до границы текучести имеет чисто теоретический интерес, так как трудно достижимо в реальных условиях.

Так как глина значительно хуже, чем песок, уголь и песчаник, смешивается с водой, то чёткого эффекта улучшения процесса транспортирования получено не было. Ранее образованная пробка в ВК долго не пробивалась новыми порциями глины с увеличенной влажностью, что не позволяет рекомендовать для повышения эффективности транспортирования липких и сильновязких материалов добавления воды только в месте загрузки.

В связи с этим были проведены эксперименты по добавлению воды в ВК не только в загрузочный бункер, но и в нескольких местах по длине установки через смотровые окна. В реальной конструкции подача воды может осуществляться под давлением через форсунки, установленные с некоторым шагом вдоль корпуса в верхней его части. Эксперименты показали, что распределённое по длине ВК добавление воды даёт значительно больший положительный эффект, чем долив только в месте загрузки.

На рис. 1 показано синхронное изменение таких параметров, как: n (частота вращения), F , M , Q (производительность) за пятнадцатисекундный

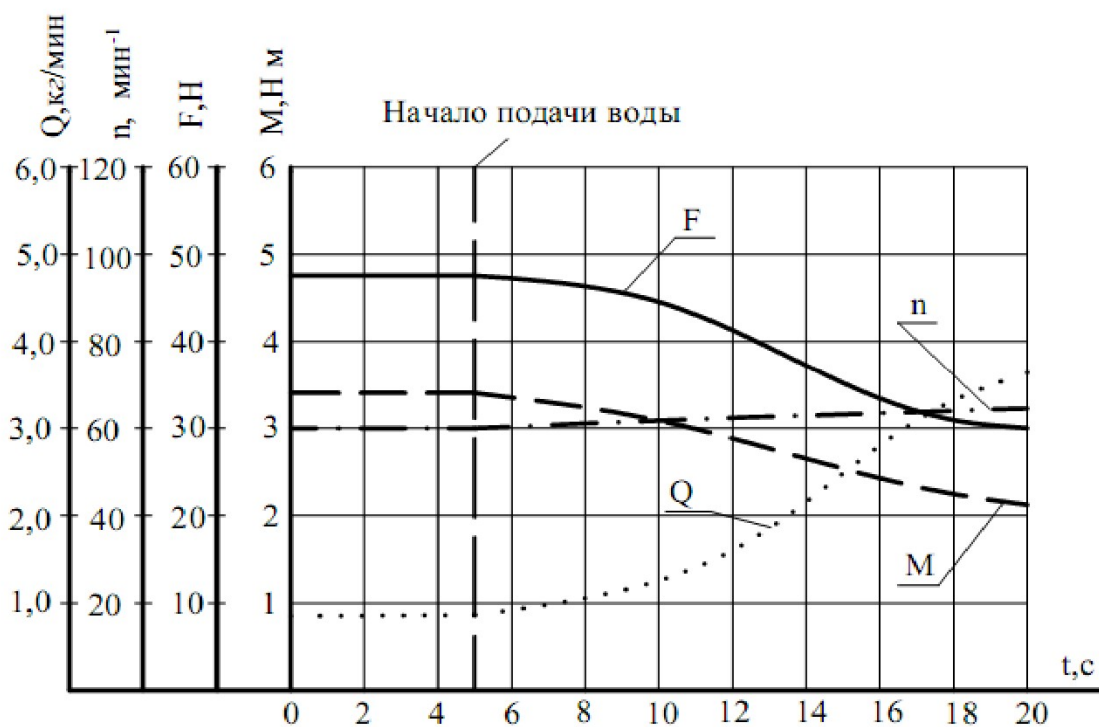


Рис. 1. Изменение режимных параметров при подаче в ВК воды ($\delta=20^\circ$; $S=75\text{ мм}$)

интервал времени после начала подачи воды. Начальная влажность глины W , уже образовавшей в ВК пробку, составляла 15%. Угол наклона конвейера $\delta=20^\circ$.

Из графиков, приведенных на рис. 1, видно, что в течение пятнадцати секунд от начала подачи воды в ВК значительно меняется все регистрируемые параметры: осевое усилие на валу шнека снижается в 1,56 раза, вращающий момент на валу – в 1,6, раза; частота вращения вала шнека увеличивается в 1,12 раза, а производительность ВК возрастает в 4,0 раза. Столь значительный рост производительности объясняется тем, что до подачи воды, вследствие значительной циркуляции глины, производительность была мала.

Значительная инерционность переходного процесса (более 10с) затрудняет возможность введения автоматического регулирования подачи воды в корпус ВК.

Исследовано влияние вибровозбуждения на процесс транспортирования глины. Как показали опыты, вибрация шнека и корпуса малоэффективна в случае, когда ВК уже заполнен глиной влажностью 15%. При включении вибрации удаётся протолкнуть образовавшуюся пробку из глины, но на это уходит не менее 20-30с.

С увеличением влажности до 25% и более эффективность вибрации значительно возрастает. При $W=50\%$ влияние вибрации снижается, т.к. глина переходит в жидкую фазу и без вибрации достаточно хорошо транспортируется винтовым перегружателем.

Опыты с транспортированием различных ма-

териалов показали, что параметры вибрации (частота и амплитуда) оказывают влияние на процесс транспортирования. В качестве примера приведём графики зависимостей осевого усилия вала шнека F , вращающего момента M и производительности Q от частоты вибрации при различных значениях амплитуды (рис. 2).

Как показывает анализ приведенных графиков зависимостей, режимные параметры изменяются интенсивно до значений частоты колебаний $m=4-8\text{ Гц}$. При дальнейшем увеличении частоты снижение усилия F и момента M , а также рост производительности Q незначительны (7-10%). Также можно отметить, что с увеличением амплитуды колебаний от 2мм до 3мм режимные параметры изменяются не более чем на 5-7%. Аналогичные опыты с вибрацией при транспортировании других материалов позволили получить графики зависимостей, имеющие сходный характер.

В результате делаем вывод, что рациональные значения частоты и амплитуды вибрации составляют соответственно 10Гц и 2мм.

Представляет интерес исследование одновременного воздействия на процесс транспортирования глины добавлением воды и вибровозбуждением элементов ВК. На рис. 3 представлены кривые изменения во времени режимных параметров с начала

комплексного воздействия путём подачи воды в загрузочный бункер и по длине корпуса, а также вибровозбуждением элементов ВК.

Как видно из приведенных графиков зависимостей, эффективность комплексного воздействия

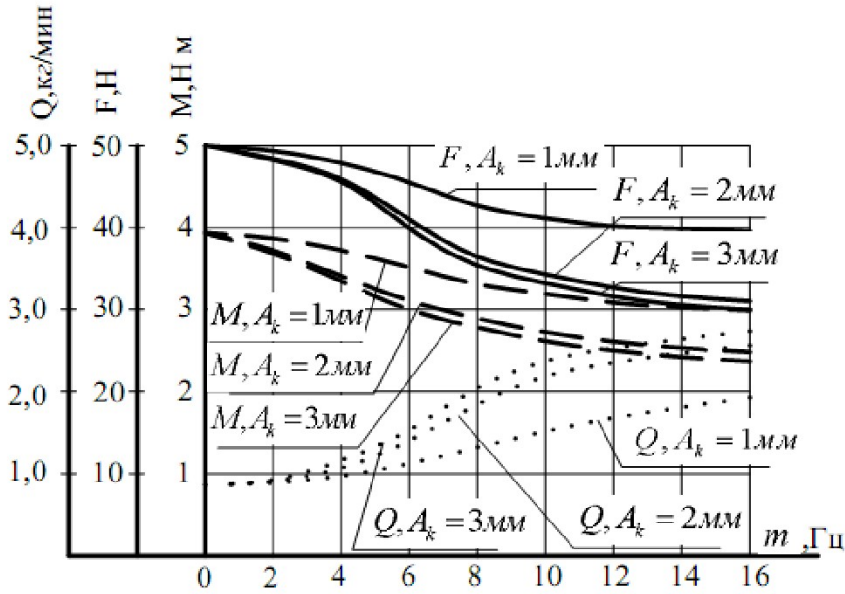


Рис. 2. Зависимости режимных параметров от амплитуды и частоты вибрации ($W=25\%$; $\delta=10^\circ$; $\psi=0,3$; $n=130\text{мин}^{-1}$; $S=75\text{мм}$)

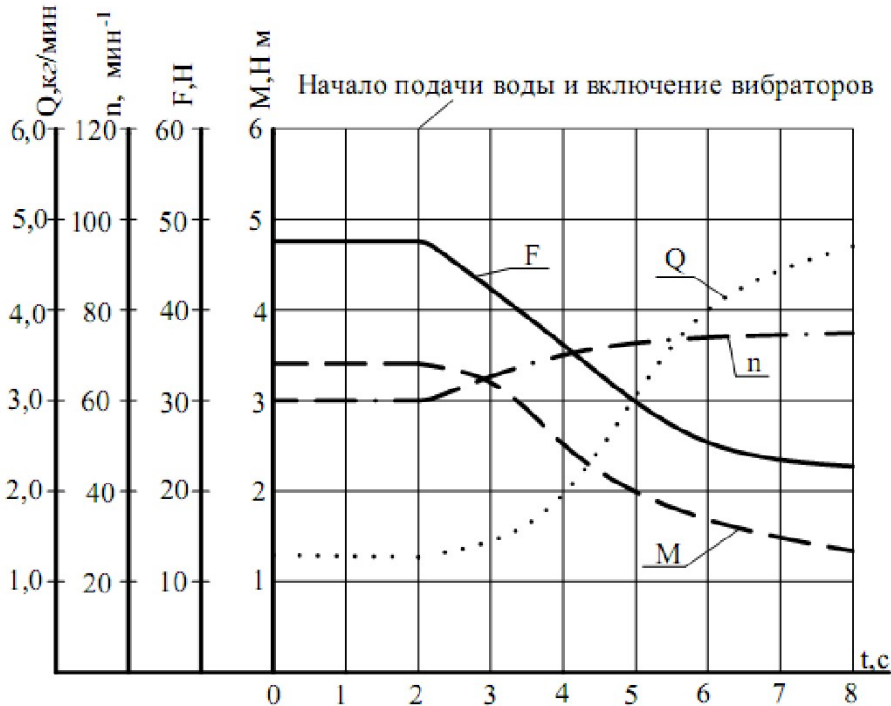


Рис. 3. Изменение режимных параметров при одновременной подаче воды и вибровозбуждении ВК ($\delta=20^\circ$; $S=75\text{мм}$; $W_0=15\%$; $A_B=2\text{мм}$; $t=6\text{Гц}$)

на процесс транспортирования глины подачей воды и вибрацией значительно выше, чем только подачей воды или только вибрацией. Так, уже в течение 6с после начала воздействия осевое усилие на валу шнека и вращающий момент снижаются соответственно в 2,0 и 2,6 раза, частота вращения вала и производительность возрастают в 1,2 и 3,6 раза.

При этом существенно снижается время переходного процесса. Уже по истечении трёх секунд с начала комплексного воздействия значения F и M снижаются соответственно в 1,8 и 1,7 раза, а

значения n и Q возрастают соответственно в 1,2 и 2,4 раза.

Полученный эффект можно объяснить тем, что вибрация позволяет существенно снижать коэффициент трения по винтовой поверхности шнека склонного к налипанию материала (глины), а также ускоряет процесс перемешивания глины с водой и уход из зоны с неблагоприятной влажностью.

В ходе экспериментов доказано, что эффективным способом увеличения производительности ВК, борьбы с циркуляцией, налипанием и пробко-

образованием сильносвязанных материалов является комплексное воздействие путём подачи воды в транспортируемый материал вдоль всей длины корпуса ВК и вибровозбуждения шнека. Установлено также, что указанное воздействие позволяет

повысить коэффициент заполнения межвиткового пространства шнека до 0,5 при циркуляции не более 50%, снизить крутящий момент на валу шнека до 2,5 раза, увеличить производительность в 1,7-4,0 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вибрации в технике: Справочник в 6 т./редкол.: В.Н. Челомей. (гл. ред.) [и др.]. – М.: Машиностроение, 1980. – 6 т.
2. Пат. 2312807 Российская федерация, МПК⁷ В 65 G 33/08. Винтовой конвейер/Кобылянский Д.М., Горбунов В.Ф.; заявитель и патентообладатель ГУ Кузбасс. гос. техн. ун-т. – №2006110126/11; заявл. 29.03.06; опубл. 20.12.07, Бюл. 35. – 7с.: ил.
3. Кобылянский Д.М. Измерительно-регистрирующая аппаратура для исследования винтового перегружателя проходческого комбайна/Д.М. Кобылянский//Материалы 52 и 53 науч.-практ. конф., 2008 г./ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2008. – С. 57-63.

□ Автор статьи:

Кобылянский
Дмитрий Михайлович,
канд.техн.наук, доцент каф. «Ста-
ционарные и транспортные маши-
ны» КузГТУ
Email: kdm.fiz@kuzstu.ru