

УДК. 622.331:662.641

**Е.Ю.СТЕПУК**, аспирант, St.Eugene@mail.ru

**С.Л.ИВАНОВ**, д-р техн. наук, профессор, lisa\_lisa74@mail.ru

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

**E.Yu.STEPUK**, post-graduate student, St.Eugene@mail.ru

**S.L.IVANOV**, Dr. in eng. sc., professor, lisa\_lisa74@mail.ru

Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

## СТЕНД ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТОРФА

Для уменьшения использования ручного труда при добычи лечебного торфа из залежи с уменьшением антропогенных воздействий на окружающую среду было разработано устройство с рациональными параметрами, позволяющее добывать лечебный торф. С целью повышения производительности предлагается использовать шnek с оптимальными углами подъема для транспортировки как мерзлого, так и талого торфа.

**Ключевые слова:** торф, шnek, залежь.

## STAND FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT OF PEAT

To reduce the use of manual labor in mining peat from deposits with the decrease of anthropogenic impacts on the environment has been developed the device with rational parameters allowing to produce therapeutic peat. In order to improve the performance proposed to use the screw with the optimal angles rise to transport both frozen and thawed peat.

**Key words:** peat, worm, fallow.

Торф – перспективное сырье для получения широкого ассортимента продукции. На территории России сосредоточена значительная часть мировых ресурсов торфа. Общая площадь месторождений составляет более 80 млн га с разведанными и прогнозными запасами торфа более 186 млрд т. [4]. По количественному содержанию различных групп веществ торфа, наиболее представительной из них являются гуминовые вещества, содержание которых увеличивается при переходе от верхового к низинному торфу. Данный факт является весьма существенным и характеризует торф как источник для получения гуминовых препаратов. Экспериментальные исследования последних лет подтвердили терапевтическую ценность гуминовых кислот торфа в качестве адаптогенов, обладающих противоопухолевыми, антиок-

сидантными, антитоксическими, радиопротекторными, антимутагенными и другими свойствами. Добыча лечебного торфа осуществляется с большой долей ручного труда из нижних слоев залежи только летом. Сам торф не осушается и требует немедленной переработки. Для круглогодичной добычи лечебного торфа, селективной его выемки и минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду было разработано шнековое устройство, позволяющее осуществлять скваженную добычу торфа и селективную выемку лечебного торфа [3]. Для выбора рациональных параметров шнекового устройства была разработана его физическая модель, которая позволяла изменять шаг винтовой линии шнека.

Исследование процесса перемещения разрушенного торфа вертикальным шнеком

можно разбить на насколько параметров: геометрия винтовой линии, влияния угла подъема спирали на транспортирующую способность шнека, влияние угла подъема спирали на усилие поджатия разрушенного полезного ископаемого к наружному кожуху и частота вращения шнека.

Цилиндрическая винтовая линия, образуемая при сложном движении точки  $M$  по цилиндрической поверхности поступательном вдоль образующей и вращательном вокруг оси цилиндра) [2], описывается уравнениями:

$$\begin{cases} x = r \cdot \cos \theta_B; \\ y = r \cdot \sin \theta_B; \\ z = C_B \cdot \theta_B, \end{cases} \quad (1)$$

где  $x, y, z$  — координаты точек винтовой линии;  $r$  — расстояние от оси шнека до точек винтовой линии;  $\theta_B$  — угол поворота точек винтовой линии по отношению к первоначальному положению;  $C_B$  — приращение высоты (координаты  $z$ ) винтовой линии, приходящейся на один радиан угла  $\theta_B$ ,

$$C_B = \frac{h}{2\pi} = r \cdot \operatorname{tg} \alpha_r, \quad (2)$$

где  $h$  — шаг навивки винтовой линии;  $\alpha_r$  — угол подъема винтовой линии на радиусе  $r$ .

Касательный вектор к винтовой линии:

$$t = \cos \alpha_r (-\sin \theta_B \cos \theta_B \operatorname{tg} \alpha_r). \quad (3)$$

Касательная образует с направлением оси  $z$  постоянный угол равный ( $90^\circ - \alpha_r$ ).

Если все точки кривой описывают около одной и той же оси винтовые линии одинакового шага  $h$ , то образуется общая винтовая поверхность, которая описывается следующими уравнениями:

$$x = R \cdot \cos \theta_a \cdot t; \quad y = R \cdot \sin \theta_a \cdot t;$$

$$z = C_a \cdot \theta_a + U,$$

где  $U = \Phi(R)$ . Для прямой винтовой линии поверхность  $U = 0$

Угол подъема винтовой линии:

на цилиндрическом сердечнике шнека радиусом  $r$

$$\alpha_r = \operatorname{arctg} \frac{h}{2\pi r}, \quad (4)$$

на наружном радиусе шнека  $R$

$$\alpha_r = \operatorname{arctg} \frac{h}{2\pi R}, \quad (5)$$

в любой точке винтовой поверхности

$$\alpha_i = \operatorname{arctg} \frac{h}{2\pi R_i}. \quad (6)$$

Из выражений (4)-(6) следует, что угол подъема винтовой линии является переменной величиной.

Площадь винтовой поверхности шнека с внешним радиусом  $R$  и внутренним радиусом  $r$

$$F_a = \frac{\theta_a}{2} \left[ R^2 \left( \sec \alpha_R - \operatorname{tg} \alpha_R \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha_R}{2} \right) - r^2 \left( \sec \alpha_R - \operatorname{tg} \alpha_R \ln \operatorname{tg} \frac{\alpha_R}{2} \right) \right]. \quad (7)$$

Винтовая поверхность шнека представляет собой коноид, пронизанный круговым цилиндром радиусом  $r$ , имеющим с ним общую ось. В результате пересечения образуется цилиндрическая винтовая линия, шаг которой одинаков с шагом направляющей винтовой линии радиусом  $R$ .

Из физической сущности процесса перемещения частицы материала по винтовой спирали шнека следует, что с увеличением угла подъема винтовой линии растут и силы сопротивления движению частицы. При некотором значении угла подъема увеличение скорости транспортирования частицы при прочих постоянных параметрах процесса не происходит [1].

Величина оптимального угла подъема спирали шнека, при котором обеспечивается максимум скорости транспортирования, зависит от угловой скорости шнека, радиуса шнека, коэффициентов трения материала о шнек и кожух.

Внутренняя поверхность кожуха шнекового конвейера должна быть шероховатой, чтобы коэффициент  $f_k$  имел максимальное значение. Он может изменяться в значительном диапазоне от 0,6 до 1,0 и поэтому его влияние на оптимальный угол подъема более существенно.

Установка на внутреннюю поверхность кожуха продольных выступов позволяет

увеличить силы сопротивления разрушенного полезного ископаемого о негладкостенную внутреннюю поверхность кожуха, что существенно повышает эффективность процесса транспортирования разрушенного полезного ископаемого.

Для оценки эффективности транспортирования при круглогодичном цикле работы использовался стенд (рис.1).

В процессе эксперимента использовался привод (на рисунке не показан) который передавал крутящий момент на шнек 1 с установленным на его торце режущим инструментом 5 и кожух 2 через планетарный редуктор 4. При этом кожух вращается в противоположное по отношению к шнеку направление. Транспортирование торфа происходит по винтовой поверхности шнека. Винтовая поверхность шнека была изгото- влена из оцинковки и пластика. Положительными свойствами шнеков являются несложность технического обслуживания, простота устройства, небольшие габаритные размеры.

Экспериментальный шнековый конвейер имел следующие характеристики:

шнек: наружный диаметр 106 мм;

диаметр сердечника 26 мм;

длина 630, 675, 720 мм;

шаг навивки 63, 67,5, 72 мм;

кожух: внутренний диаметр 110 мм;

ширина внутренних выступов 2 мм.

В качестве транспортирующего материала в процессе эксперимента использовалось ледяная крошка и мерзлый торф с влажностью 85 %. Скорость вращения шнека составляла  $n = 150$  об/мин. При более высоких скоростях вращения шнека происходит пропорциональный прирост производительности.

Из данных, приведенных на рис.2, можно сделать вывод о том, что наибольший прирост производительности шнека имеет место при шаге навивки спирали 67-68 мм, при любом использовании материала шнека. С дальнейшим увеличением шага навивки производительность падает.

Обобщая полученные данные по подбору оптимального шага навивки спирали, можно считать установленным, что при

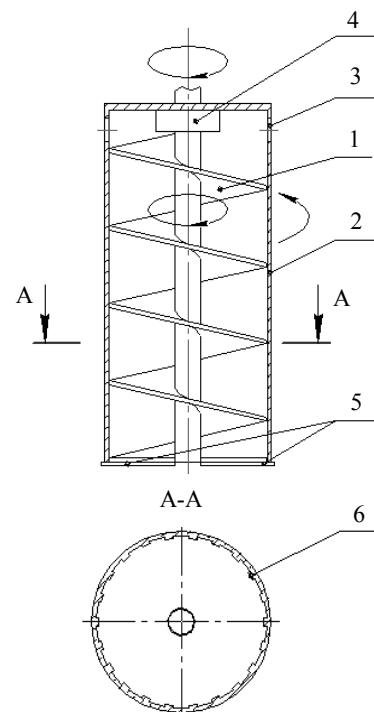


Рис.1. Конструкция стенда для оценки эффективности транспортирования торфа

1 – шнек; 2 – кожух; 3 – разгрузочные отверстия;  
4 – планетарный редуктор; 5 – режущий инструмент; 6 – выступы

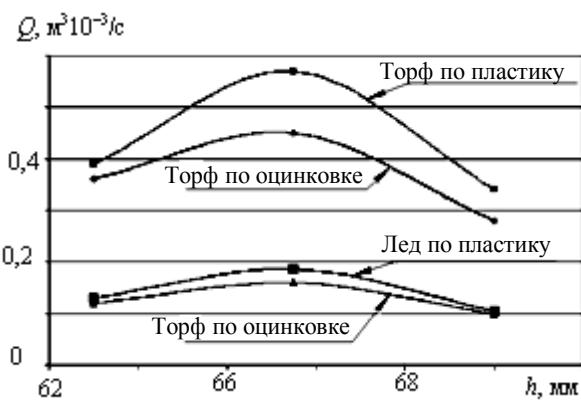


Рис.2. Зависимость производительности шнека при разных шагах навивки и материала спирали

транспортировании мерзлого торфа вертикальным шнековым транспортером наибольшую производительность можно получить при шаге навивки в диапазоне 66-69 мм, что соответствует 19,5-21 град. угла подъема спирали при частоте оборотов шнека  $n = 150$  об/мин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. М.: Машиностроение, 1972. 184 с.
2. Башкатов Д.Н. Вращательное шнековое бурение геологоразведочных скважин М.: Недра, 1968. 192 с.
3. Талалай П.Г. Инновационная технология разработки торфяных залежей / П.Г.Талалай, Е.Ю.Степук. Воркута, 2010. 719 с.
4. Markov V.D. General review of West Siberian mires / V.D.Markov, L.A.Ospennikova, L.I.Inisheva. 1996. P. 203-207.

## REFERENCES

1. Grigoriev A.M. Screw conveyors. Moscow: Machinery, 1972. 184 p.
2. Bashkatov D.N. Rotary auger drilling exploration wells. Moscow: Nedra, 1968. 192 p.
3. Talalay P.G., Stepuk E.YU. Innovative development of peat deposits. Vorkuta, 2010. 719 p.
4. Markov V.D. General review of West Siberian mires / V.D.Markov, L.A.Ospennikova, L.I.Inisheva. 1996. P. 203-207.