

УДК 622.73.002.5:622.812(075.8)

ФИЛЬТР-ПРЕСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛИЧНОГО ГРУНТА И ГУМУСОВОГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ТОРФА

В.И. Горячев, С.А. Степанов

© Горячев В.И., Степанов С.А., 2025

Аннотация. Выявлены конструкторско-технологические параметры пресса. Представлены принципиальная схема фильтр-пресса и схема отжатия торфа. Выполнен расчет производительности и выручки фильтр-пресса.

Ключевые слова: фильтр-пресс, гумусовый концентрат, бактериальное удобрение.

Среди природных ресурсов торф выделяется многообразием физико-механических свойств и наличием ценных химических веществ, представляющих интерес для растениеводства, животноводства, энергетики, строительства, металлургии, химической технологии и медицины.

В Российской Федерации крупнейшие в мире запасы торфа (более 150 млрд т) с ежегодным приростом. В Финляндии, Германии, Англии и Голландии более 10 000 м³/год торфа используется для биологической фильтрации воздуха, что подтверждает перспективы использования данных фильтров и в России.

В последнее время во всем мире расширяется применение физиологически активных препаратов, стимулирующих рост и развитие растений и животных. Здесь стоит отметить имеющиеся проблемы деградации пахотных земель (истощение, снижение отдачи на внесенные минеральные комплексы, переуплотнение), которые сводятся к потере биологической активности почв. Для ее восстановления наиболее эффективным средством является внесение на поля органических удобрений [1].

В данном исследовании торфяное сырье добывалось экскаватором на месторождении верхового или переходного типа. Средняя степень разложения $R = 25\%$, влагосодержание $W = 9–11$ кг воды / кг сухого вещества (кг в. / кг с. в.). Из сырья готовилась торфомасса влагосодержанием $W = 15–17$ кг в. / кг с. в. (влажность – 94 %), которая тщательно перемешивалась и интенсивно отжималась до $W = 7–8$ кг в. / кг с. в. [2].

Полученная волокнистая торфомасса являлась исходной массой для последующего механического отжатия в прессе до влагосодержания $W = 2–3$ кг в. / кг с. в. [2].

Чтобы определить конструкторско-технологические параметры гидравлического пресса, были выполнены поисковые эксперименты [3].

Провели три серии опытов с разными щелевыми фильтрами размерами $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ (рис. 1, 2).

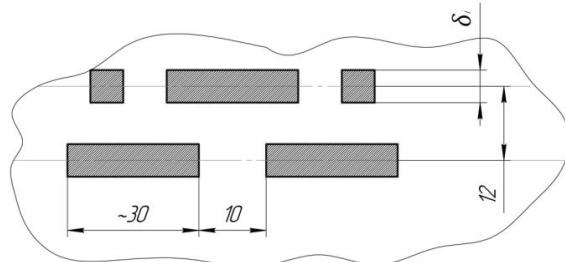


Рис. 1. Фильтрующие щели ($\delta_i = 1; 2; 3$ мм)

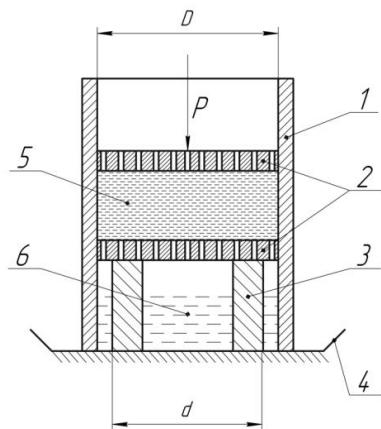


Рис. 2. Схема опыта: 1 – цилиндр ($F = 0,785 D^2$); 2 – фильтр щелевой; 3 – стакан опорный; 4 – поддон; 5 – торф; 6 – фильтрат

При проведении опытов были приняты следующие исходные параметры:

удельная загрузка пресса по сухому веществу (фильтрация в две стороны) $G = 2; 4; 6$ кг с. в. / м²;

производительность пресса $Q' = G \cdot F = 0,785G \cdot D^2$, кг с. в.

время отжатия $t = 30; 60; 90$ с;

максимальное давление отжатия $P = 1; 2; 3$ МПа (режим подъема давления: в первую половину времени – плавно до максимума, во вторую – выдержка на максимальном давлении).

Была принята трехкратная повторность опытов. Определялись влагосодержание волокнистой массы и концентрация гумуса в фильтрате и сухом веществе.

На основе анализа результатов экспериментов были приняты рациональные конструкторско-технологические параметры для разработки фильтр-пресса (G, t, P, Q), а также вида щелевого фильтра. Чтобы подтвердить результаты, проводили контрольную серию опытов для выбранных данных.

Принципиальная схема фильтр-пресса и схема отжатия торфа показаны на рис. 3.

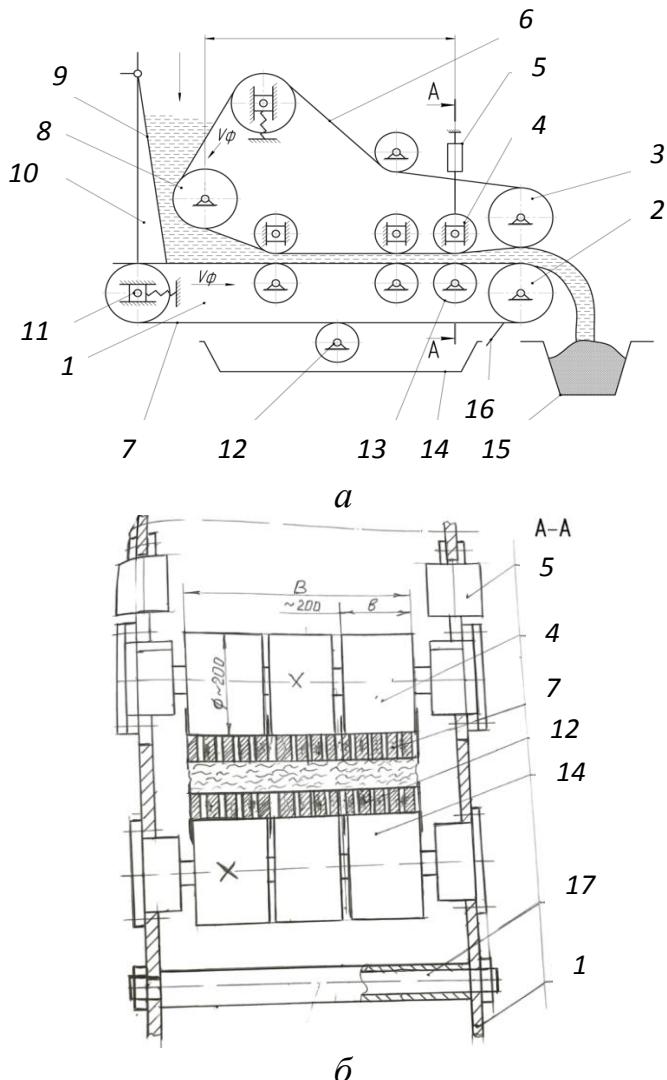


Рис. 3. Схемы: *a* – фильтр-пресса:
 1 – рама; 2, 3 – вал привода ленты; 4 – ролик нажимной;
 5 – гидроцилиндр; 6, 7 – лента-фильтр; 8 – вал;
 9 – заслонка; 10 – бункер; 11 – вал; 12 – ролик;
 13 – ролик опорный; 14 – поддон; 15 – лоток; 16 – скребок; *б* – отжатия торфа:
 17 – стяжка ($B = nb$, где b – ширина одной ленты; n – количество лент) [3]

Были выполнены технологические расчеты.

Ориентировочный расчет производительности пресса можно выразить как

$$Q^c = BGV_\phi \cdot 3\,600,$$

где B – рабочая ширина прессового пространства (задается 0,6 м); G принимаем на основе опытов равным 4 кг с. в. / м²; $V_\phi = L/t = 3/60$ (L – активная длина прессового пространства, t – время отжатия из опытов), т.е.

$$Q^c = 0,6 \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 3600 = 432 \text{ кг с. в. / ч.}$$

а с учетом выноса гумуса с фильтратом $\approx 13\%$:

$$Q = Q^c(1 - c) = 432(1 - 0,13) = 375 \text{ кг с. в. / ч.}$$

Производительность пресса по отжатому торфу влагосодержанием 3 кг в. / кг с. в. (75 % влажности) выражается как

$$Q' = \frac{100Q}{100 - 75} = \frac{100 \cdot 375}{100 - 75} = 1500 \text{ кг/ч.}$$

Объемная производительность пресса при насыпной плотности верхового рыхлого торфа $q = 300 \text{ кг/м}^3$ находится следующим образом:

$$Q'' = \frac{Q'}{q} = \frac{1500}{300} = 5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

При высоте слоя торфяного грунта в теплице 0,25 м за 1 ч работы пресса обрабатывается площадь

$$F' = \frac{Q''}{h} = \frac{5}{0,25} = 20 \text{ м}^2/\text{ч.}$$

При работе пресса в две смены примем баланс рабочего времени $T = 4000 \text{ ч.}$

Тогда площадь теплиц с торфяным грунтом

$$F = F' \cdot T = 20 \cdot 4000 = 80000 \text{ м}^2 = 8 \text{ га.}$$

Урожайность овощных культур на торфяном грунте в теплице (средняя) составляет 50 кг/м^2 . При розничной цене 60 руб. за 1 кг выручку можно найти следующим образом:

$$B_{\text{тр}} = 60 \cdot 50 \cdot 80000 = 240000000 \text{ руб.}$$

Количество гумуса с фильтратом, которое можно отжать за 1 ч работы пресса, вычисляется по формуле

$$Q_r = Q^c - Q = 432 - 375 = 57 \text{ кг с. в. / ч.}$$

Количество гумусового концентрата с влажностью 87 % можно определить по формуле

$$Q_{\text{гк}} = \frac{100Q_r}{100 - 87} = \frac{5700}{13} = 438 \text{ кг гк/ч.}$$

Годовая производительность пресса по гумусовому концентрату выражается как

$$\Gamma K = Q_{\text{гк}} T = 438 \cdot 4000 = 1,75 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Гумусовый концентрат является основным компонентом для производства торфогумусового бактериального удобрения «Супергумус», по эффективности равноценного жидкому удобрению «Биоклад» при стоимости порядка 200 руб/л [4].

Годовую выручку можно выразить как

$$B_{\text{ГК}} = C \cdot \Gamma K = 200 \cdot 1,75 \cdot 10^6 = 350 \text{ млн руб.}$$

Общую выручку находят следующим образом:

$$B = B_{ГК} + B_{ТГ} = 240 + 350 = 590 \text{ млн руб.}$$

Выполненные экспериментальные исследования и технологические расчеты показывают возможность создания эффективного оборудования по производству тепличного грунта и гумусового концентрата из торфа.

Библиографический список

1. Гамаюнов С.Н. Тенденции производства и переработки торфа для нужд сельского хозяйства: монография. Тверь: Триада, 2016. 256 с.
2. Горячев В.И., Яблонев А.Л., Щербакова Д.М. Конструкторско-технологическое обоснование производства тепличного грунта и гумусового концентрата механическим обезвоживанием торфяного сырья // Труды Инсторфа. 2022. № 26 (79). С. 14–18.
3. Горячев В.И. Искусственное обезвоживание торфа: монография. Тверь: ТвГТУ, 2012. 184 с.
4. Михайлов А.В., Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И. Технологические машины и оборудование для разработки торфяных месторождений: технологическое оборудование для переработки органогенного сырья: монография. Тверь: Издатель Кондратьев А.Н., 2023. 191 с.

FILTER PRESS FOR THE PRODUCTION OF GREENHOUSE SOIL AND HUMUS CONCENTRATE FROM PEAT

V.I. Goryachev, S.A. Stepanov

Abstract. Design and technological parameters of the press are revealed. The principle scheme of the filter press and the scheme of peat squeezing are presented. Calculation of productivity and revenue of the filter press is performed.

Keywords: filter press, humus concentrate, bacterial fertilizer.

Об авторах:

ГОРЯЧЕВ Валентин Иванович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь.

СТЕПАНОВ Сергей Александрович – аспирант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: sergios8@bk.ru

About the authors:

GORYACHEV Valentin Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tver State Technical University, Tver.

STEPANOV Sergei Aleksandrovich – Postgraduate Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: sergios8@bk.ru