

УДК 622.331.002.5

А.Л. Яблонев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЮ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО КОЛЕСНОГО ХОДА НА НЕУПЛОТНЕННОЙ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ НАРУШЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Для оценки удельной условной силы сопротивления передвижению машины на пневмоколесном ходу при движении по залежи нарушенной структуры был проведен лабораторный эксперимент с обоснованной методикой перенесения результатов в полевые условия. В статье приводятся полученные в ходе обработки экспериментов данные и объясняется характер сложившихся зависимостей.

Ключевые слова: торф, торфяная залежь, пневматический колесный ход, нарушенная структура, сила сопротивления передвижению, влажность залежи, плотность залежи, коэффициент пористости залежи.

Анализ работы торфяных машин показывает, что эффективность и производительность технологического оборудования зависят от способности последнего передвигаться по поверхности торфяной залежи без потери проходимости и с наименьшими затратами энергии на передвижение.

Проходимость машин во многом определяется несущей способностью торфяной залежи, особенно ее деятельного слоя. Деятельный слой торфяной залежи пронизан корнями деревьев и кустарниковых, в результате чего образуется прочный переплетенный каркас. Поэтому проходимость машин по неосушеннной залежи ненаруженной структуры в значительной степени зависит от мощности деятельного слоя и степени распада каркаса.

В процессе подготовки торфяной залежи к эксплуатации и ремонта производственных площадей, такие операции, как глубокое интенсивное фрезерование, корчевание и перемешивание залежей приводят к нару-

шению естественной волокнистой структуры верхнего слоя залежи, в результате чего изменяются физико-механические свойства, характеризующие ее несущую способность. В отдельных случаях, из-за низкой несущей способности образованного основания, увеличивается период между отдельными операциями. Возникает необходимость прервать работы для консолидации залежи после переработки, так как несущая способность залежи не позволяет передвигаться по ней машинам и тракторам.

Л.С. Амарян [1], проведя несколько тысяч измерений и опытов по определению механических свойств залежей ненаруженной и нарушенной структур, пришел к выводу, что при малых значениях степени разложения ($R \leq 20\ldots25\%$), прочностные свойства низинных и верховых торфов мало отличаются между собой, а численные значения практически совпадают.

С.С. Корчунов [2] показывает, что сравнительно небольшая переработка

дает настолько значительный эффект по снижению несущей способности залежи, что влияние ботанической характеристики и степени разложения на прочность становится мало-значительным.

Д.Шредер и Н.Вильсон [1] при анализе закономерностей деформации торфяных грунтов обратили внимание на то, что решающее значение на деформацию оказывает начальная плотность торфа γ . Им удалось установить, что линейная зависимость между деформацией h и временем $\lg t$ наблюдается лишь при начальном коэффициенте пористости $\varepsilon \leq 8$.

Таким образом, наиболее остро вопросы проходимости и затрат энергии на передвижение машин встают на залежах с нарушенной структурой в связи с резким понижением несущей способности. Влияние ботанических характеристик и степени разложения (при степенях разложения до 25 %) на прочностные и деформационные свойства залежей незначительно.

В связи с этим был исследован энергетический аспект взаимодействия пневматического колесного хода с торфяной залежью нарушенной структуры в лабораторных условиях [3], и в частности - один из важнейших показателей работы колесных машин - сила сопротивления передвижению.

В качестве образца была взята торфяная залежь верхового типа со степенью разложения $R = 20\text{--}25\%$. Влажность залежи изменялась в процессе экспериментов, и при замерах составляла 52%, 74% и 92 %. Методика определения плотности γ описана в работе [3]. Коэффициент пористости определялся по следующей зависимости:

$$\varepsilon = \frac{100 \rho}{\gamma(100-w)} - 1, \quad (1)$$

где ρ – плотность твердой фазы торфа, принимаемая при расчетах $1500 \text{ кг}/\text{м}^3$; w – влажность торфа, %.

Изменение нагрузки на колеса производилось добавлением или снятием грузов (вес одного груза – 145 Н, максимальный вес грузов – 2320 Н). Опыты проводились на модели с одинарными и спаренными колесами.

Для адекватного переноса результатов исследований в реальные условия нагрузка на колеса Q заменена удельной условной нагрузкой на колесо q , представляющей собой отношение нормальной нагрузки на колесо к площади его диаметрального сечения. Площадь диаметрального сечения колеса удобно использовать в качестве масштабного фактора в критериальном уравнении подобия. Тогда для силы сопротивления передвижению, полученной в ходе экспериментов с лабораторной моделью, можно записать:

$$F_k = F_{k1} / nBD = f(w; q; P_w), \quad (2)$$

где F_k – сила сопротивления передвижению модели колесного хода, полученная в ходе экспериментов с лабораторной моделью для неуплотненной залежи; B – ширина колеса лабораторной модели ($B=0,175 \text{ м}$); D – диаметр колеса лабораторной модели ($D = 0,56 \text{ м}$); P_w – давление воздуха в шинах, мПа ($P_w = 0,15 \text{ мПа}$); w – влажность исследуемой залежи, %; n – число колес лабораторной модели ($n=2$ для одинарного колесного хода, $n=4$ – для спаренного колесного хода); F_{k1} – удельная условная сила сопротивления передвижению, действующая на колесо как в условиях лабораторной модели, так и в реальных условиях для неуплотненного торфа; q – удельная условная нагрузка на колесо лабораторной модели, Н.

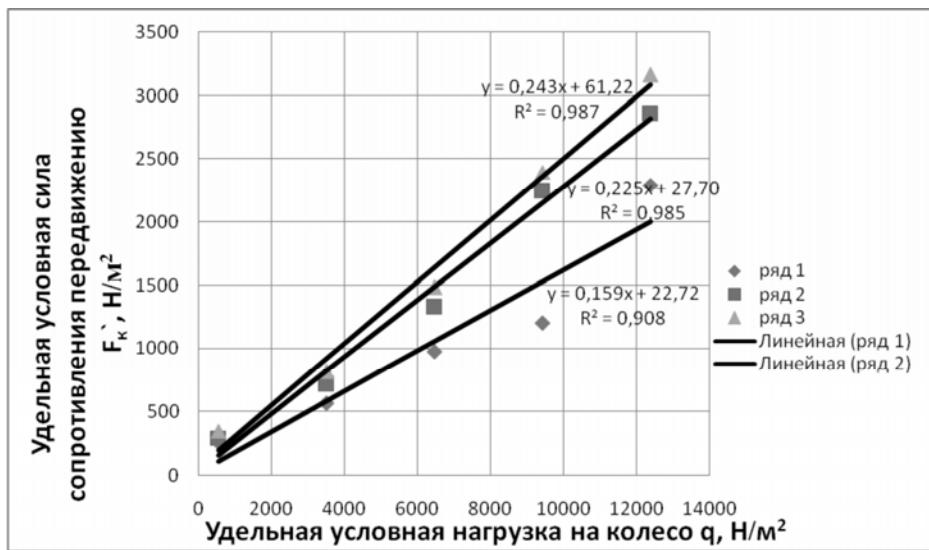


Рис. 1. Зависимость удельной силы сопротивления передвижению от удельной условной нагрузки на колесо для одинарного колесного хода:

ряд 1 – неуплотненная залежь, $w=52\%$, $\gamma=440 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=6,1$;
 ряд 2 – неуплотненная залежь, $w=74\%$, $\gamma=625 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=8,2$;
 ряд 3 – неуплотненная залежь, $w=92\%$, $\gamma=1050 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=16,8$.

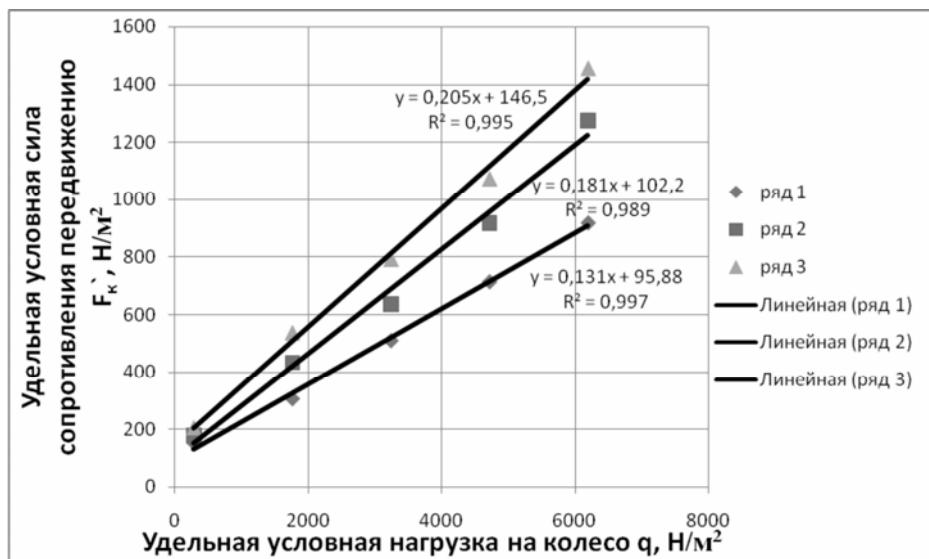


Рис. 2. Зависимость удельной условной силы сопротивления передвижению от удельной условной нагрузки на колесо для спаренного колесного хода:

ряд 1 – неуплотненная залежь, $w=52\%$, $\gamma=440 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=6,1$;
 ряд 2 – неуплотненная залежь, $w=74\%$, $\gamma=625 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=8,2$;
 ряд 3 – неуплотненная залежь, $w=92\%$, $\gamma=1050 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\varepsilon=16,8$.

$$q = Q / nBD \quad (3)$$

где Q – нагрузка на колеса лабораторной установки, Н.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1 и 2. Анализ рисунков позволяет сделать следующие выводы. Все полученные зависимости достаточно точно описываются линейными уравнениями (коэффициенты детерминации для всех зависимостей больше 0,9). С увеличением удельной условной нагрузки на колесо увеличивается удельная условная сила сопротивления передвижению, причем на залежах с большей влажностью последняя больше, чем на залежах с меньшей влажностью.

Это легко объясняется величиной работы, которую необходимо затратить на деформирование. Так, для более влажных залежей работа сил деформирования больше, чем для менее влажных, так как с увеличением нагрузки на колесо можно объяснить увеличивающейся просадкой колеса в залежи и, следовательно, также ростом работы сил деформирования.

Полученными данными удобно пользоваться при проектных и проверочных расчетах возможности движения торфяных машин по залежи с теми или иными качественными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амарян Л.С. Прочность и деформируемость торфяных грунтов. - М.: Недра, 1969. – 192 с.
2. Корчунов С.С. Исследование физико-механических свойств торфа // Тр. ин-та / ВНИИТП, Госэнергоиздат, 1953. – 235 с.
3. Яблонев А.Л. О коэффициенте сопротивления передвижению пневматического колесного хода на торфяной залежи низинного типа // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. - № 3. – С. 44-46. ГИАБ
4. Яблонев А.Л. О коэффициенте сопротивления передвижению пневматического колесного хода на торфяной залежи низинного типа // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. - № 3. – С. 44-46. ГИАБ

Коротко об авторе

Яблонев А.Л. – кандидат технических наук, ООО «Ортомед», главный инженер, alvovich@mail.ru

