

Окончательно

$$u = [(r_0 + l/2)lz - r_0z^2 - z^3/6] m_{cm} \omega^2 / EF \quad (4)$$

Удлинение стержня, равное перемещению u_B его конца B , определим по формуле (4) при $z = l$:
 $u_B = (3r_0 + 2l)lm_{cm} \omega^2 / 6EF$.

Как видим, удлинение стержня u_B пропорционально его массе, квадрату длины l и угловой скорости ω . Перемещения сечений стержня под действием сил тяжести высчитываются аналогично. Нормальная сила принимается исходя из формулы (2). Полученный результат с учётом знаков суммируется с предыдущим.

Далее рассмотрим методику определения механических напряжений. В произвольном сечении z стержня (см. рисунок 3) нормальное напряжение рассчитывается по формуле $\sigma_z = N_z / F$, где N_z принимается по формуле (1); $F = \pi d^2 / 4$ — площадь поперечного сечения. Самым напряжённым сечением стержня является его заделка A . Напряжение в сечении A $\sigma_A = 4(r_0 + l/2)m_{cm} \omega^2 / \pi d^2$.

В данном случае взята в расчет сила инерции $Q_i = N_A$. Вторая составляющая напряжения σ_A определяется при подстановке в формулу (2) при $z = 0$. Третья составляющая σ_A'' возникает под действием изгибающего момента формулы (3). Она переменная по высоте сечения стержня. Наибольшее значение σ_A'' определяется по формуле $\sigma_A'' = M_A / w$, где $w = \pi d^3 / 32$ — момент сопротивления. Заметим, что переменные во времени напряжения σ_A ; σ_A'' вызваны силами тяжести, соотносятся по величине с напряжением σ_A , как сила тяжести $P = m_{ст}g$ стержня с его силой инерции $Q_i = m_{ст}a_c$ или как ускорения g и $a_c = r_c \omega^2$. Анализ ускорений показывает, что $g \ll a_c$. Это позволяет, учитывая реальные значения ω , игнорировать напряжения σ_A ; σ_A'' при исследовании напряжённо-деформированного состояния элемента AB . Однако небольшие по значениям σ_A ; σ_A'' могут являться опасными для прочности стержней, ибо в отличие от статических напряжений σ_A являются циклическими (динамическими) — изменяются по значению и знаку в соответствии с гармоничными законами. При этом количество циклов в минуту равно частоте вращения ротора. А циклические нагрузки, как известно с курса сопротивления материалов [4], вызывают усталость и разрушение материала.

Заключение. Предложена методика исследования напряжённо-деформированного состояния пруткового рабочего элемента измельчительной машины. Показано, что с учетом сил тяжести напряжения и деформации носят циклический характер с асимметричными циклами и малыми амплитудами колебания. При увеличении частоты вращения ротора влияние сил тяжести уменьшается.

Список цитируемых источников

1. Вопросы развития техники и технологии измельчения материалов / Л. А. Сиваченко [и др.] // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов : межвуз. сб. ст. — Белгород : БГТУ, 2010. — С. 315—321.
2. Севостьянов, В. С. Технологические аппараты с иглофрезерными рабочими органами для комплексной переработки композиционных материалов / В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко, С. А. Михайличенко // Вестн. БГТУ им. В. Г. Шухова. — 2015. — № 2. — С. 50—56.
3. Наливко, О. И. Разработка конструкции валкового измельчителя / О. И. Наливко, Е. С. Живула // Экономика, технологии и право в современном мире : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 15 дек. 2018 г., г. Барановичи. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 135.
4. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учеб. для вузов / В. И. Феодосьев. — М. : Наука, 1986. — 512 с.

УДК 621.9

А. В. Наумовец, Т. Я. Богданова

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СТОЙКИ БС 2.2 ДЛЯ ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННОЙ СЕКЦИИ КРЕПИ

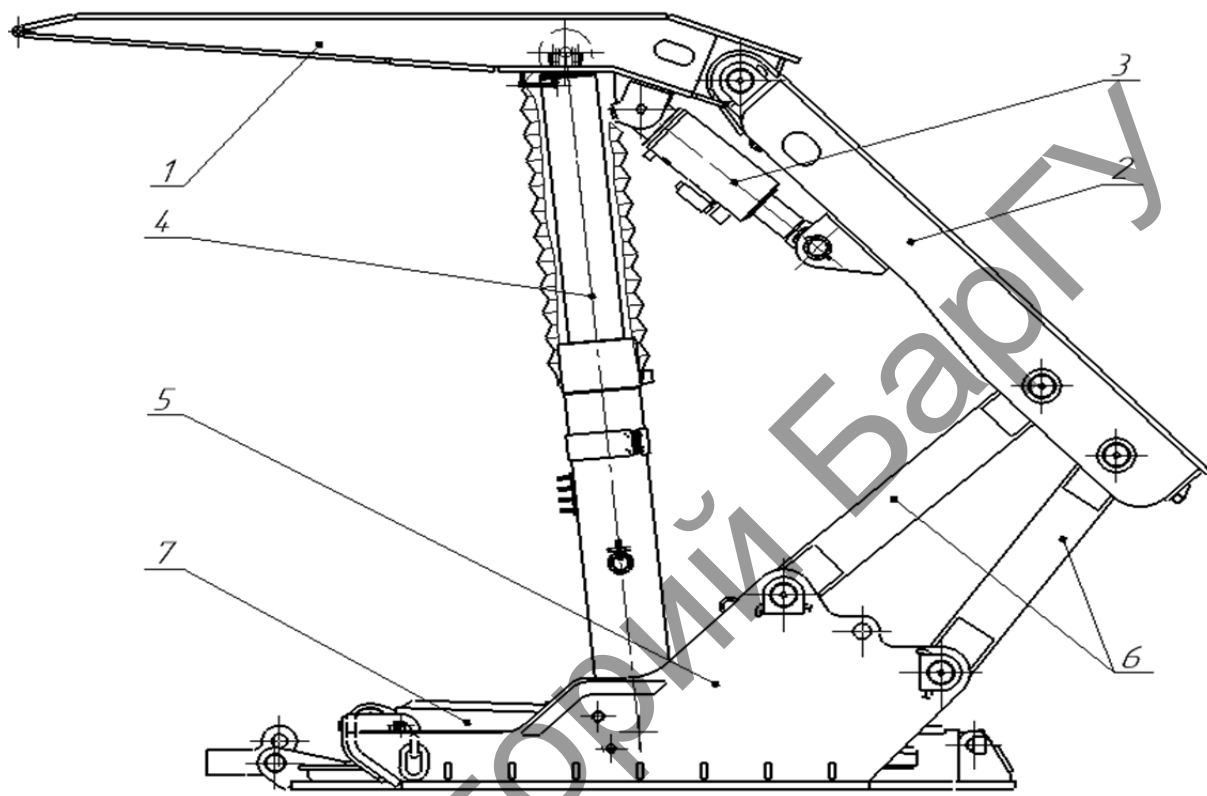
Введение. Механизированные крепи, изготавливаемые УПП «Нива» (Солигорск), разработаны для высокопроизводительных добычных комплексов с учетом современных требований к безопасности и надежности горного оборудования. Условия применения их следующие: температура воздуха — от 278 К (+5 °С) до 308 К (+35 °С); относительная влажность воздуха — до 98 % при температуре до 298 К (+25 °С).

Целью работы является модернизация конструкции гидравлической стойки БС 2.2 для гидромеханизированной секции крепи.

Основная часть. Механизированная крепь состоит из крепежных секций или комплектов, насосной станции, распределительной и контрольно-регулирующей гидроаппаратуры и гидрокommunikаций. Секции

крепи или комплекты располагаются по всей длине очистного забоя, они активно поддерживают породы кровли в рабочем призабойном пространстве очистного забоя и управляют горным давлением. По мере выемки породы секции крепи передвигаются к забою в определенной последовательности.

Для приведения в действие механизированной крепи используется гидропривод [1], основными исполнительными органами которого являются силовые гидроцилиндры: гидростойки, гидродомкраты для передвижения крепи и конвейера, вспомогательные гидроцилиндры для выдвигания и прижатия консольных верхняков и других целей. Гидростойки и гидроцилиндры смонтированы в секциях крепи (рисунок 1).



1 — верхняк; 2 — ограждение; 3 — домкрат верхняка; 4 — гидростойка; 5 — основание;
6 — передний и задний соединитель; 7 — домкрат передвижки

Рисунок 1 — Секция крепи механизированная

Процесс длительной работы механизированных крепей в реальных условиях дал возможность внести ряд предложений по улучшению ряда эксплуатационных характеристик рассматриваемого оборудования:

– рассмотреть возможность работы секции при повышенном давлении и более высокой скорости хода штока;

– увеличить срок эксплуатации;

– уменьшить трудоемкость изготовления гидроцилиндра;

– учесть в конструкции механизированной крепи облегчение условий монтажа (демонтажа) гидростойки и улучшения условий присоединения гидравлической арматуры для подвода рабочей жидкости к поршневой полости.

С учетом вышесказанного разработан новый проект гидравлической стойки, включающий следующие изменения:

– для увеличения эксплуатационного периода произведена замена применяемых устаревших уплотнений на уплотнения производства Hallite Seals International (Канада), которые являются аккредитованными по ISO 9001 производителем и поставщиком гидравлических и пневматических уплотнений;

– рассчитаны все необходимые параметры гидроцилиндра и штока [2] и изготовлены по новым параметрам;

– для уменьшения трудоемкости и сокращения времени для изготовления стойки произведена замена проушины цилиндра сложной конструкции на полусферическое дно, а поршень штока сделан приварным;

– для улучшения условий присоединения гидравлической арматуры для подвода рабочей жидкости к поршневой полости перенесена приварная бобышка от дна ближе к центру цилиндра;

– в соединении гильз цилиндров с грундбуксами или поршней со штоками с помощью закладных колец, изготовленных из пружинной проволоки, произведена замена забивной проволоки, которая ранее применялась на предприятии.

Проведены предварительные практические испытания на УПП «Нива» (Солигорск) и дан анализ экономической эффективности производства предлагаемой конструкции механизированной крепи, на основании которых сделан вывод о том, что внедрение в практику производства секций крепей механизированных будет как технически, так и экономически выгодным.

Заключение. Предложена оптимизация конструкции гидравлической стойки. Модернизированная конструкция секции крепи механизированной дает возможность повысить эксплуатационный период работы гидравлической стойки, повысить ее безопасность, получить более высокую гибкость и универсальность при работе с заказчиками, уменьшить трудоемкость изготовления и сократить время изготовления, улучшить условия монтажных (демонтажных) работ. Кроме того, можно будет рассчитывать на увеличение температурного диапазона эксплуатации гидростойки, а также возможность работы при большем рабочем давлении жидкости.

Список цитируемых источников

1. *Марутов, В. А.* Гидроцилиндры / В. А. Марутов, С. А. Павловский. — М. : Машиностроение, 1966. — 169 с.
2. *Башта, Т. М.* Машиностроительная гидравлика / Т. М. Башта. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Машиностроение, 1971. — 664 с.

УДК 631.316.22

А. Н. Новик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЧВЫ С ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕМ

Введение. Цель теоретических исследований взаимодействия почвы с глубокорыхлителем заключается в обосновании параметров вибровозбудителя глубокорыхлителя, позволяющего обеспечить максимальную эффективную мощность, и определении его рабочих характеристик.

Основная часть. Рабочий процесс глубокорыхлителя протекает следующим образом: каждая рыхлительная лапа, будучи закрепленной на основной раме в составе батарей, последовательно касается рабочим концом поверхности поля, внедряется в почву, проделывая в ней определенный путь до момента выхода на поверхность. При этом полезную работу по деформации почвы рыхлительная лапа производит в период своего движения в почве. И если в это время целостность обрабатываемого пласта нарушается простым перемещением почвенных частиц в пограничном с рыхлительной лапой слое, то механику ее работы следует рассматривать с чисто геометрической точки зрения. Если же рыхлительная лапа производит частичный скол почвенных элементов, т. е. имеет место объемная деформация, то необходима новая теория взаимодействия рыхлительной лапы с почвой. Поэтому прежде всего рассмотрим вопрос о возможности скола почвенных элементов каждой рыхлительной лапой.

Для этого представим рыхлительную лапу в виде плоского клина,двигающегося с возрастающим заглублением от точки касания поверхности до максимального погружения в почву (рисунок 1). Если по достижении максимального (для рыхлительной лапы) заглубления клин не произведет объемной деформации почвы, то после прохождения точки максимума такая деформация теряет практическое значение. Поэтому ставится задача следующим образом: установить, может ли рыхлительная лапа, заглубляющаяся в почву до заранее определенной глубины, создать в обрабатываемом пласте напряжения, превышающие предел прочности почвы.

Усилие, которое должен развить клин для отделения элемента скола от остального пласта по криволинейной плоскости, аналитически вывел А. С. Осадчий [1]. Анализ предложенной им зависимости показывает, что для упрощения аналитических выкладок действительная граница раздела зоны деформации и обрабатываемого пласта заменена прямолинейной, наклоненной к поверхности почвы под углом, равным средней величине угла наклона криволинейной границы раздела. Далее размеры этой мнимой плоскости принимаются за действительные, определяется усилие, необходимое для деформации почвы.