Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова,
т. LIV, вып. 1, 1967 г.

УДК 622.233

ОСНОВЫ ТЕОРИИ РАБОТЫ СТРУГА СТАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Г. А. Недолуженко

Струг, являющийся исполнительным органом струговой установки, обычно применяют на пологопадающих угольных пластах (0—20°) мощностью 0,9—1,8 *м* с мягкими и средней крепости углями. Работает струг по челноковой схеме, перемещаясь вдоль забоя со скоростью 33,6 *м/мин* и выше. На корпусе струга крепятся почвенные опережающий и нижние ножи и резцы, которые работают в условиях блокированного и полублокированного резов.

По мощности пласта струг регулируется проставками с одним или двумя резцами. Рама струга обеспечивает направленное движение и устойчивость от опрокидывания и расштыбовку холостой ветви конвейера. При движении вдоль забоя струг преодолевает полезные (силы резания и усилий, затрачиваемые на погрузку угля) и вредные (трение струга о борт конвейера и почву) сопротивления. Одновременно работают 3—10 и более резцов струга. Поэтому усилия, действующие на струг, следует определять по суммарным силам резания [Филимонов, 1958].

Для упрощения явлений допустим, что силы резания P_x (см. рисунок *а*) и силы отжима струга от груди забоя P_y (рисунок *б*) вызваны реакцией угля на резцы и приложены к их режущим кромкам. Как известно, сила резания

$$P_x = Ah,$$

где h — глубина стружки, равная 50—30 *см*; A — коэффициент сопротивляемости резанию угля, *н/см*; при расчете можно принять для мягких углей $A = 1000$ *н/см*, для углей средней крепости 1000—2000 *н/см*, для крепких > 2000 *н/см*.

Гипроуглемашем и ИГД им. А. А. Скочинского определены величины A для большинства пластов угольных бассейнов страны [Демидов, 1962].

Сопротивляемость резанию лежит в пределах 240—4500 *н·см*. Нижний предел соответствует мягким углям, а верхний — крепким и вязким. Суммарные усилия резания, действующие на резцы струга,

$$\sum P_x = zP_x = zAh,$$

где z — число резцов, одновременно контактирующих с забоем.

На усилие резания оказывает влияние не только глубина стружки h, но и отношение шага t резания к h, которое в среднем принимается равным 1,5—2,2 и характеризуется коэффициентом формы поверхности забоя $K_ф = 0{,}52 \div 0{,}64$ [Филимонов, 1958].

При отжиме угля кровлей принимаем коэффициент отжима $K_{от} = 0{,}35$ и окончательно

$$\sum P_x = zAhK_ф K_{от}.$$

Сила отжима P_y резца струга от груди забоя точно следует за изменением сил резания P_x, и величина ее зависит, при прочих равных условиях, от степени износа резцов и глубины резания. Поэтому P_y можно выразить через P_x, так как она является главной составляющей силы резания и выражается зависимостью [Демидов, 1962]

$$P_y = CP_x,$$

где C — коэффициент, учитывающий условия работы резца, степень затупления его и глубины резания, в среднем $C = 0{,}1 \div 0{,}5$.

Обычно берут ширину резца (см. рисунок *б*) $b = (0{,}2 \div 0{,}4)\ h$, а шаг резания при выемке вязких углей $t = (1{,}5 \div 1{,}8)\ h$ и при слабых трещиноватых $t = (1{,}8 \div 2{,}2)\ h$ [Демидов, 1962; Филимонов, 1958].

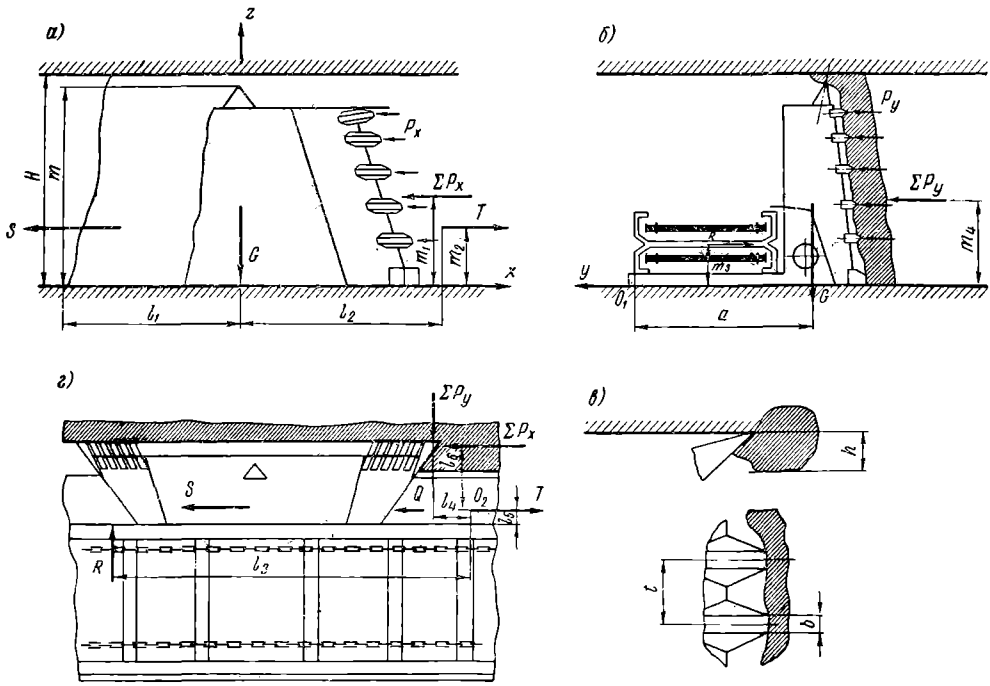


Схема к расчету струга.

Для перемещения струга вдоль забоя (см. рисунки *а* и *г*) необходима соответствующая сила тяги

$$T = \sum P_x + G(f_1 \cos\alpha \pm \sin\alpha) + Rf_2 + S + Q,$$

где $\sum P_x$ — суммарное усилие резания, *н*; G — вес струга, *н*; R — реакция конвейера, *н*; S — сопротивление движению холостой ветви цепи по трубе, *н*; Q — сила, возникающая при погрузке угля стругом на конвейер, определяется экспериментально, *н*; f_1 и f_2 — коэффициенты трения струга соответственно о почву и конвейер, $f_1 = 0{,}3 \div 0{,}4$; $f_2 = 0{,}15 \div 0{,}2$ [Филимонов 1958]; α — угол падения пласта, град.

Выражение $\sin\alpha$ принимается со знаком плюс при движении струга вверх и со знаком минус — вниз.

Реакция конвейера R определяется из уравнения моментов всех сил относительно точки O_2 (см. рисунок *г*):

$$-Rl_3 + \sum P_x l_6 + \sum P_y l_4 + Rf_2 = 0,$$

откуда

$$R = \frac{\sum P_x l_6 + \sum P_y l_4}{l_3 + f_2 l_5}.$$

Для стругов с цепным тяговым органом и двумя приводными звездочками (внизу и вверху лавы) сопротивление холостой ветви цепи

$$S = qL_0 f,$$

где q — погонный вес цепи, *н/м*; L_0 — длина цепи одной ветви, примерно равной длине лавы, *м*; f — коэффициент трения цепи о направляющие, равный 0,2—0,3.

Из практики известно, что устойчивость многорезцовых быстроходных стругов при работе нарушается. В вертикальной плоскости это нарушение чаще сопровождается уходом струга к кровле с оставлением земника, так как сила тяги T и равнодействующая сил резания P_x не всегда находятся на одной прямой (см. рис. *а*). В результате передняя (по ходу струга) часть струга давит на почву с меньшим усилием, чем задняя (l_1 — половина длины струга). Если штыб попадет под переднюю кромку струга, то устойчивость может нарушиться еще раньше.

Внедрение в почву многорезцовых стругов — явление редкое, так как современные струги опираются на почву значительными поверхностями. Устойчивость струга в горизонтальной плоскости нарушается тогда, когда сумма проекций всех сил на ось y становится отрицательной — направленной к забою. При быстроходных стругах, работающих с малой глубиной стружки, этого не происходит.

Тихоходные струги, у которых сила $\sum P_x$ приложена к передней грани ножа, а не к его режущей кромке, могут самопроизвольно заглубляться в забой. Это приводит к возникновению больших усилий на тяговом органе и его обрыву.

Опрокидывания струга в поперечной плоскости (см. рис. *б*) не произойдет, если

$$M_{O_1} = Ga + Rm_3 - \sum P_y m_4 > 0,$$

где a — плечо центра тяжести струга относительно точки O_1; $\sum P_y$ — равнодействующая сила отжима; M_{O_1} — момент всех сил относительно точки O_1; m_3 — плечо действия реакции конвейера на струг относительно точки O_1; m_4 — плечо приложения равнодействующей силы отжима относительно основания струга.

Современные знания в области разрушения угля резцовыми исполнительными органами позволяют определить мощность привода струга двумя методами — энергетическим или силовым [Демидов, 1962]. При энергетическом методе необходимо знать удельный расход энергии $W_{уд}$ при разрушении угля стругом. Он изменяется от 0,23 до 0,6 *квт·ч/м*^{3} в зависимости от крепости угля [Мелющев, 1959].

Мощность привода струга

$$N = 3600 v_p h m W_{уд},$$

где v_p — скорость рабочего хода струга, *м/сек*; m — высота исполнительного органа струга, *м*.

При силовом методе определения мощности привода струга необходимо знать нагрузку на резцы, характер и степень их изменения.

Мощность электродвигателя струга расходуется на полезные и вредные сопротивления и определяется по формуле

$$N = \frac{10^{-3} T v_p}{\eta_p},$$

где T — сила тяги, необходимая для перемещения струга, *н*; η_p — к. п. д. редуктора привода струга, равный 0,6—0,8.

Производительность струговой установки зависит от горнотехнических, конструктивных и организационных факторов:

$$Q_{\text{техн}} = 36 \cdot 10^6 h H v_{\text{р}} \gamma (T_{\text{см}} - t_{\text{п. з}}),$$

где H — мощность пласта, *м*; γ — объемный вес угля, *н/м*^{3}; $T_{\text{см}}$ — продолжительность смены, *ч*; $t_{\text{п. з}}$ — время, затрачиваемое на подготовительно-заключительные операции, *ч*.

Величины h и $v_{\text{р}}$ находят по технической характеристике струга, а $t_{\text{п. з}}$ рассчитывают или определяют по данным хронометражных наблюдений. Ориентировочно $t_{\text{п. з}} = 0{,}1T_{\text{см}}$. Эту производительность можно определить и по формуле

$$Q_{\text{техн}} = 10^4 L_0 H h \gamma n,$$

где L_0 — длина лавы, без ниш, *м*; n — число циклов работы струга в смену,

$$n = \frac{3600\,(T_{\text{см}} - t_{\text{п. з}})}{T_{\text{ц}}} = \frac{3600\,(T_{\text{см}} - T_{\text{п. з}})}{t_1 + t_2 + t_3 + (1 + \lambda)\,t_4 + t_5};$$

$T_{\text{ц}}$ — время продолжительности одного цикла, *сек*; t_1 — время рабочего хода струга, *сек*, $t_1 = \frac{L_0}{v_{\text{р}}}$; t_2 — время холостого хода струга, *сек*, $t_2 = \frac{L_0}{v_{\text{х}}}$ (в большинстве случаев $v_{\text{р}}$ равно скорости холостого хода $v_{\text{х}}$); t_3 — время передвижки конвейера, *сек*, $t_3 = \frac{h}{v_1}$; t_4 — время первичного пуска электродвигателя в ход, равное 1,5 *сек*; λ — коэффициент, учитывающий увеличение времени пуска при реверсировании, равный 1,5—3; $t_5 = \frac{h}{v_2}$ — время передвижки посадочных секций на один цикл, *сек*.

Скорость передвижки в свою очередь равна:

$$v_1 = \frac{Q_1}{F_1} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{Q_2}{F_2},$$

где Q_1 и Q_2 — производительность насосов гидродомкратов, *м*^{3}*/сек*; F_1 и F_2 — площади поперечного сечения цилиндров гидродомкратов, *м*^{2}.

Общая продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}} = \frac{2h_0}{v_{\text{р}}} + \frac{h}{v_1} + (2{,}5 \div 4)\,t_4 + \frac{h}{v_2}.$$

Опыт работы струговых установок показывает, что эксплуатационная производительность бывает меньше технической, так как скорость движения струга при работе меньше расчетной, в результате того что двигатель струга испытывает большие нагрузки, а также из-за заштыбовки конвейера и неполадок в работе струговых установок.

Поэтому эксплуатационная производительность струговой установки

$$Q_{\text{эксп}} = K_{\text{м}} Q_{\text{техн}},\ \textit{н/смена},$$

где $K_{\text{м}} < 1$ — коэффициент машинного времени,

$$K_{\text{м}} = \frac{0{,}9T_{\text{см}} - \sum t_{\text{в}}}{T_{\text{см}}},$$

где $\sum t_{\text{в}}$ — время простоев струговой установки по организационно-техническим причинам (отсутствие порожняка, неполадки в работе и т. д.) в час. Оно устанавливается хронометражными наблюдениями (в среднем $t_{\text{в}} = 0{,}1T_{\text{п}}$).

ЛИТЕРАТУРА

Демидов П. Н. и др. Угольные струги. Госгортехиздат, 1962.

Мелющев А. Г. и др. Испытания быстроходного струга «Вестфаля-Люнен» в Донбассе. В сб. ЦИТИ, № 8, 1959.

Филимонов Н. А. Выемочные и проходческие горные машины. Углетехиздат, 1958.