



$$N_{\text{вых}} = \frac{\Delta W_1 + \Delta W_2 + W_3}{\Delta t} \quad (2)$$

где  $\Delta W_1$  – энергия, затрачиваемая на разрушение грунта гидроударным устройством (Дж),  $\Delta W_2$  – энергия, затрачиваемая гидропневмоаккумулятором, (Дж),  $\Delta W_3$  – энергия единичного удара, (Дж),  $\Delta t$  – время удара (с).

Энергия, затрачиваемая на разрушение грунта, зависит от объема разрушенной зоны и определяется по формуле:

$$\Delta W_1 = V_p \int_0^\varepsilon \sigma(\varepsilon) d\varepsilon \quad (3)$$

отсюда 
$$\int_0^\varepsilon \sigma(\varepsilon) d\varepsilon = \frac{1}{2} \sigma \varepsilon$$

где  $V_p$  – объем разрушенной зоны грунта ( $\text{м}^3$ ),  $\sigma$  – динамическое напряжение, возникающее в грунте (МПа),  $\varepsilon$  – относительная деформация грунта (МПа).

Энергия, затрачиваемая на разрушение грунта, также будет зависеть от конструктивных и энергетических возможностей гидроударного устройства, которое в свою очередь может быть выполнено гидравлическим, гидропневматическим, механическим, пневматическим [1,2].

Энергия, затрачиваемая пневмоаккумулятором гидропневматического ударного устройства зависит от его параметров и записывается следующим образом [6]:

$$\Delta W_2 = \frac{p_r v_r}{n-1} \left( \frac{E_r^n - E_r}{E_r^n} \right) = \frac{T_{\text{пог}} b}{\eta_{\text{раз}}} \quad (4)$$

где  $p_r$  – давление зарядки пневмоаккумулятора, (МПа),  $v_r$  – объем пневмоаккумулятора, ( $\text{м}^3$ ),  $n$  – показатель политропы,  $E_r$  – модуль упругости, (МПа),  $T_{\text{пог}}$  – погонная энергия удара,  $b$  – ширина ударника,  $\eta_{\text{раз}}$  – КПД разгона гидроударного устройства.

Энергия единичного удара определяется из формулы:

$$\Delta W_3 = mV^2 / 2 \quad (5)$$

Время удара или время рабочего цикла гидроударного устройства из формулы 2 определяется по формуле:

$$\Delta t = \frac{SL}{Q} \quad (6)$$

где  $S$  – рабочая площадь гидроударного устройства, ( $\text{м}^2$ ),  $L$  – длина рабочего хода, (м),  $Q$  – расход рабочей жидкости гидроударного устройства ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Мощность на входе в гидроударное устройство будет определяться, как и у любой гидромашинной полезной мощностью насоса базовой машины [7]:

$$N_{\text{вх}} = \Delta p Q \quad (7)$$

где  $\Delta p$  – номинальное давление гидронасоса базовой машины, (МПа),  $Q = q_n$  – действительная подача насоса базовой машины, ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

Тепловой расчет гидроударного устройства необходим для определения температуры рабочей жидкости, объема бака, выяснения необходимости применения специальных теплообменных устройств [5].

Из уравнения теплового баланса:

$$Q_{\text{выд}} = Q_{\text{отв}} \quad (8)$$

где  $Q_{\text{выд}}$  – количество выделенного тепла, (кВт),  $Q_{\text{отв}}$  – количество отведенного тепла, (кВт).

Количество отводимого тепла определяется по формуле [5]:

$$Q_{\text{выд}} = \frac{\Delta p Q}{\eta_n} (1 - \eta_{\text{ГМ}}) k_b k_d \quad (9)$$

где  $\eta_n$  – полный КПД насоса,  $k_b$  – коэффициент продолжительности работы гидроударного устройства,  $k_d$  – коэффициент использования номинального давления базовой машины (экскаватора).

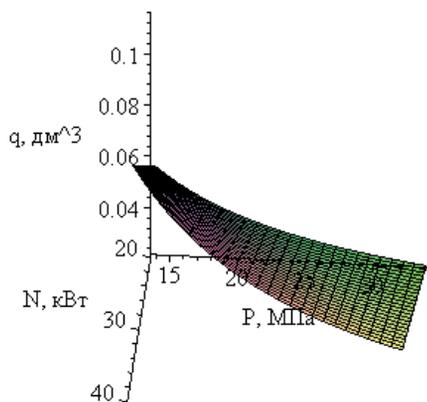
Гидромеханический КПД гидропривода гидроударного устройства определяется по формуле

$$\eta_{\text{ГМ}} = \eta_{\text{ГМН}} \eta_{\text{ГМГУ}} \eta_{\text{Г}} \quad (10)$$

где  $\eta_{\text{ГМН}}$  – гидромеханический КПД насоса,  $\eta_{\text{ГМГУ}}$  – гидромеханический КПД гидроударного устройства,  $\eta_{\text{Г}}$  – гидравлический КПД.

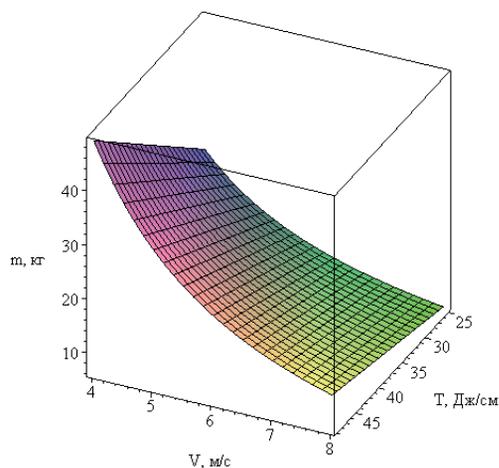
На рис. 1 и рис. 2 изображены зависимости основных параметров базовой машины в зависимости от свойств разрабатываемого грунта.

*Рабочий объем насоса*



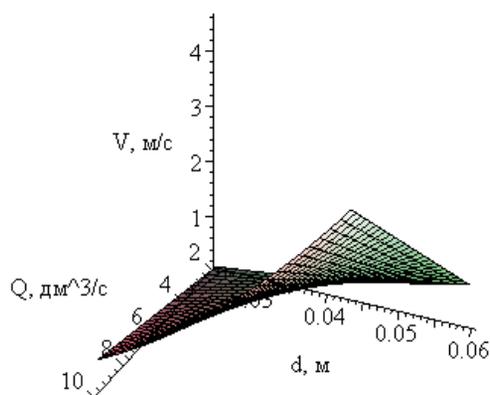
**Рис. 1.** График зависимости параметров насоса базовой машины в зависимости от полезной мощности гидроударного устройства

*Масса подвижных частей*



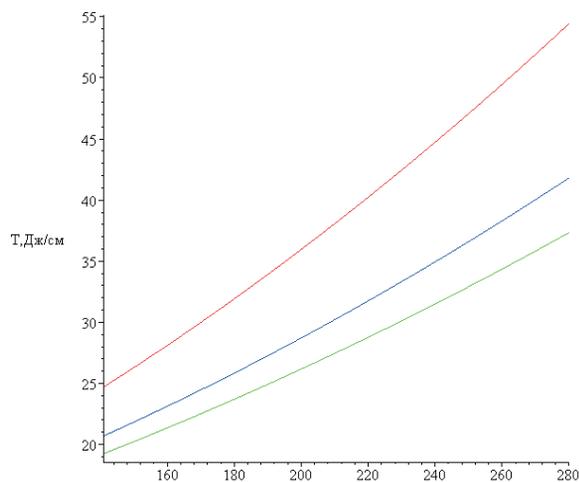
**Рис. 3.** График зависимости параметров гидроударника (масса, скорость удара) от свойств разрушаемого грунтов (7 категория грунта)

*Скорости движения жидкостей в гидрелиниях*



**Рис. 2.** График зависимости скорости движения жидкости в гидрелинии в зависимости от подачи насоса

*Определение погонной энергии удара для седьмой категории грунта*



**Рис. 4.** График зависимости погонной энергии удара  $T$ , (Дж) от числа ударов плотномером  $C$  (7 категория грунта)

На рис. 3 и 4 изображены зависимости основных параметров гидроударного устройства в зависимости от свойств разрабатываемого грунта.

## ВЫВОД

Таким образом, коэффициент полезного действия гидроударного устройства будет зависеть от многих факторов таких как параметры гидроударного устройства, параметры разрабатываемого грунта, параметры базовой машины. Все они во взаимосвязи влияют на коэффициент полезного действия гидроударного устройства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галдин, Н.С. Рабочее оборудование ударного действия для уплотнения грунта трамбованием [Электронный ресурс]: монография / Н. С. Галдин ; СибАДИ, кафедра ПТТМиГ. – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2016. – 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). – ISBN 978-5-93204-934-1.

