

Е. И. Берестов, д-р техн. наук, проф; А. Х. Афхами Алишах; Э. Х. Джалилванд
 ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 Могилев, Беларусь

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ ПО ПОВЕРХНОСТИ НОЖА ПРИ РЕЗАНИИ ГРУНТА

В статье рассматривается методика определения давлений на поверхности ножа при резании грунта с учетом многостадийности его разрушения.

Исследование характера распределения давлений по поверхности ножа позволяет более обоснованно подходить к выбору геометрической формы и состояния этой поверхности, включая и термообработку.

При исследовании давлений, действующих на поверхность ножа, следует различать на его поверхности три участка (рис. 1). Участок ножа III, расположенный выше площадки большого сдвига OB , воспринимает давления со стороны грунта, перемещаемого по ножу. Участок ножа II, возникающий при малых сдвигах (кроме первого), воспринимает давление со стороны вытесняемой призмы грунта $MC'B'$. Участок ножа I, возникающий при всех малых и большом сдвиге, воспринимает давление, действующее на нижнюю часть ножа при его внедрении в не разрушенный грунт.

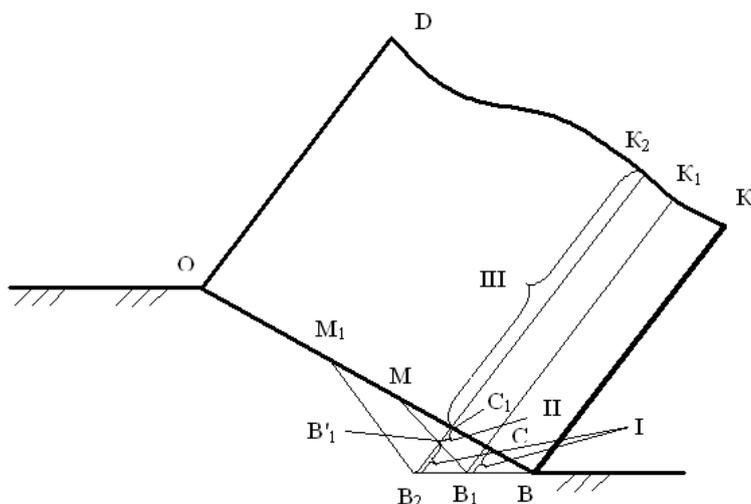


Рис. 1. Схема разрушения грунта ножом

В момент первого малого сдвига со стороны участка ножа I (площадка CB_1) действует давление q_1 , приводящее к начальному разрушению грунта (первая стадия), в момент окончательного формирования площадки сдвига MB_1 и сразу после образования этой площадки (вторая стадия разрушения) действует давление q_2 .

При последующих малых сдвигах кроме давления q_1 на участке I ножа (площадка B'_1B_2) будем различать и давление q_1' , действующее на участок II ножа (площадка $C_1B'_1$) со стороны вытесняемой призмы грунта $MC_1B'_1$, оставшейся от предыдущего малого сдвига.

При формировании новой площадки малого сдвига M_1B_2 будем рассматривать давления уже на всю поверхность ножа C_1B_2 (участки I и II), действующие как непосредственно в момент формирования площадки сдвига M_1B_2 (q_2^{\max}), так и сразу после него (q_2^{\min}), когда силы сцепления на площадке M_1B_2 будут разрушены.

Для расчетов используем методику расчета взаимодействия ножа с грунтом при резании и копании и программное обеспечение DINAR, разработанное на кафедре СДПТМиО. Исследуем при его помощи резание грунта ножом шириной 0,1 м при толщине стружки $h = 0,02$ м при разной длине ножа и, соответственно, при разной величине угла большого сдвига (рис. 2). На рисунке показан характер изменения давлений q_2^{\max} и q_2^{\min} за время прохождения ножом одного цикла взаимодействия с грунтом между соседними сдвигами.

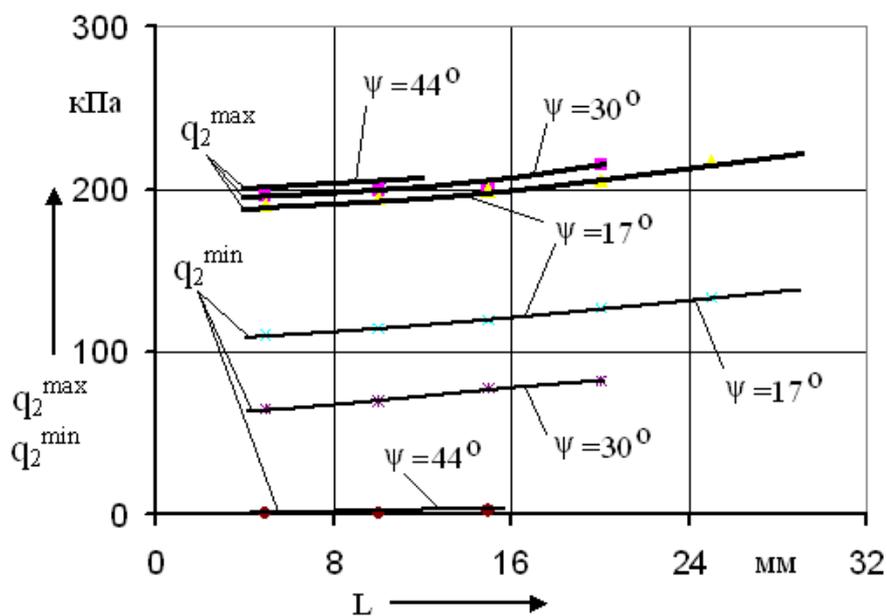
Эти давления значительно выше давлений, действующих на остальную поверхность ножа на участке III (0,6 кПа при $\alpha = 30^\circ$ и 1,2 кПа при $\alpha = 60^\circ$).

Расчеты показывают, что при этом максимальная длина отрезка C_1B_2 не превышает 60 % от толщины стружки при всех значениях угла большого сдвига ψ при $\alpha = 30^\circ$ и 50 % при $\alpha = 60^\circ$.

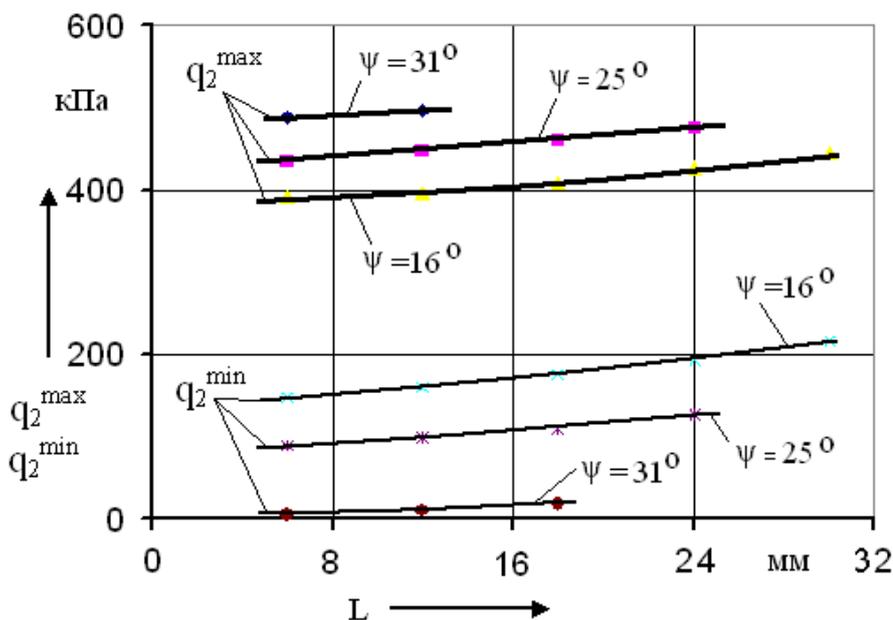
Рассматривая давления q_1 и q_1' , действующие на участки ножа I и II в начальной стадии разрушения грунта, когда давления в зонах примыкающих к нижней части ножа, становятся предельными, необходимо учитывать, что их величина зависит от многих факторов, и давление q_1 может как превышать давление q_2^{\max} , так и быть меньше его. Так, при $\alpha = 30^\circ$ давление q_1 достигает значений свыше 327 кПа при последнем малом сдвиге, хотя при остальных сдвигах оно практически не отличается от значений q_2^{\max} , приведенных на рис. 2, а. Значения q_1' превосходят значения q_2^{\min} при этом угле резания в 1,1...1,3 раза. При $\alpha = 60^\circ$ значения q_1 меньше значений, приведенных на рис. 2, б, а значения q_1' превосходят значения q_2^{\min} в 1,2...1,5 раза.

Для большей наглядности на рис. 3 изображены схемы распределения давлений на участках I-III ножа.

Из схем видно, что максимальным давлением, действующим на нож, являются давления q_1 и q_2^{\max} . Соотношение q_1/q_2^{\max} находится в пределах 0,84 – 1,54. При этом давление q_1 действует на участке длиной всего лишь до 9 мм, считая от режущей кромки ножа. Однако участок ножа, на который действует давление q_2^{\max} имеет длину до 7,5 мм.



а)



б)

Рис. 2. Изменение давлений q_2^{\max} и q_2^{\min} , действующих на нож при формировании площадки малого сдвига, при разных значениях угла большого сдвига ψ в зависимости от пути перемещения L при $\alpha = 30^\circ$ (а) и при $\alpha = 60^\circ$ (б) при толщине стружки $h = 0,02$ м

Эти результаты свидетельствуют о том, что максимальное давление, действующее со стороны грунта на нож, воспринимается лишь узкой полоской ножа, примыкающей к режущей кромке. И если давление q_1 действует только на I участок ножа, то давление $q_2^{\max} =$ на участки I-II ножа. Учитывая, что на участок II ножа в момент начального разрушения грунта действует и давление q'_1 , которое также велико, антифрикционное покры-

тие следует наносить на участок ножа $l_H=l_I+l_{II}$, который не превышает 60 % от толщины стружки при $\alpha = 30^\circ$ и 50 % при $\alpha = 60^\circ$. Этот же участок следует подвергать термообработке или наплавке для снижения износа. При этом необходимо учитывать и допустимую степень износа ножа.

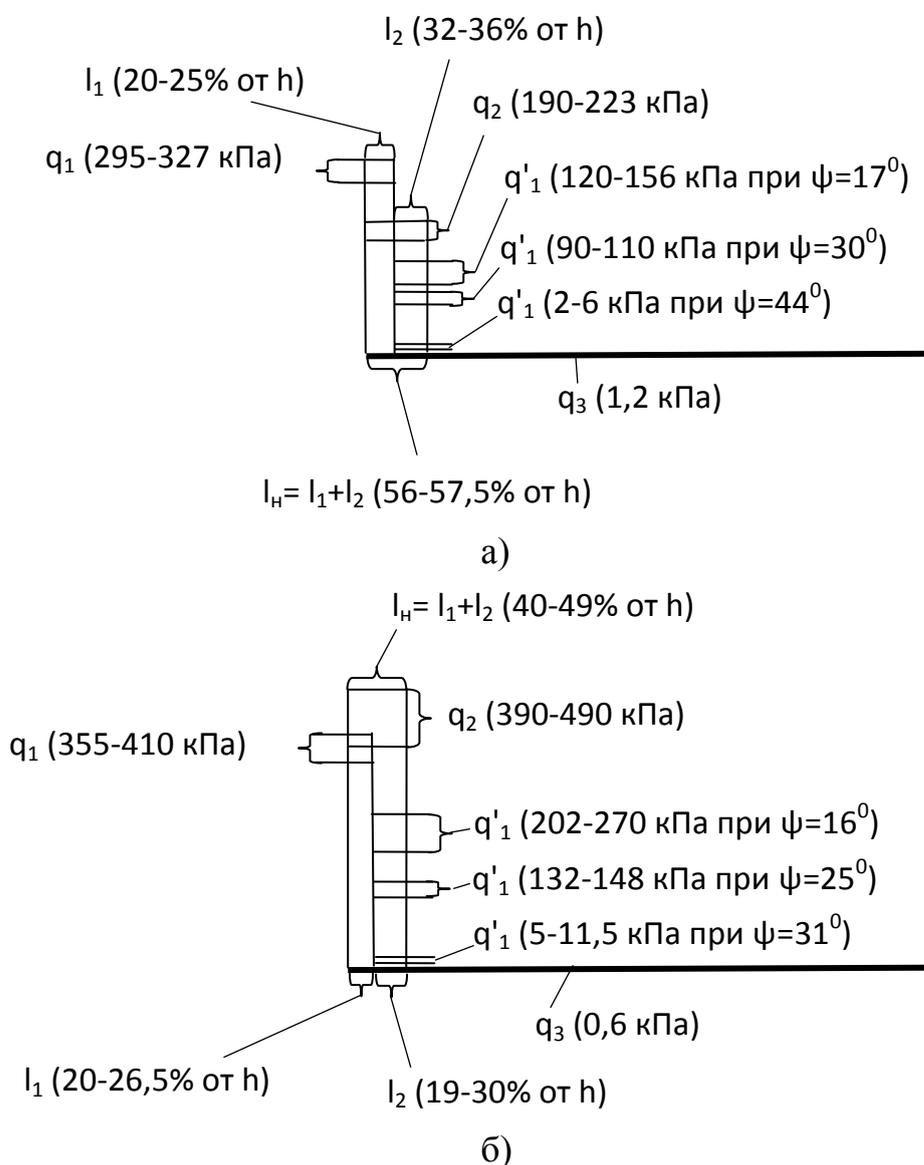


Рис. 3. Масштабные схемы распределения максимальных значений давлений q_1 , q'_1 , q_2 и q_3 на участках ножа при толщине стружки $h = 0,02$ м, $\alpha = 30^\circ$ (а) и $\alpha = 60^\circ$ (б)

Таким образом, решающее значение при резании и копании грунта имеют процессы, происходящие при взаимодействии ножа с разрабатываемым грунтом, поскольку там возникают самые большие давления. Именно эти участки следует защищать от износа термообработкой или наплавкой и наносить на эти участки антифрикционное покрытие.