

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПИЛЬНОГО НОЖА

Мамасаидов М.Т.¹, Якубов Т.Т.¹, Сулайманов Р.Ш.²

¹КУУ¹, ОшТУ², Ош, Кыргызстан, eakr.info@gmail.com

Аннотация: Получено выражение для определения соотношения вертикальной и горизонтальной сил, возникающих в процессе распиловки пеноблока с пильным ножом, имеющим соответствующие геометрические параметры.

Ключевые слова: пеноблок, массивность, передвижной станок, пильный нож.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ ПИЛЬНОГО НОЖА

Мамасаидов М.Т.¹, Якубов Т.Т.¹, Сулайманов Р.Ш.²

¹Kyrgyz-Uzbek University, ²Osh University of technology, Osh, Kyrgyzstan

Annotation: An expression is obtained for determining the ratio of vertical and horizontal forces that occur during the sawing of a foam block with a saw blade having the corresponding geometric parameters.

Key words: foam block, massiveness, mobile machine, saw blade.

Производство пеноблока в Кыргызской Республике направлено на удовлетворение потребности населения в строительных материалах для строительства малоэтажных жилых и промышленных зданий. Одним из важных преимуществ использования ячеистого бетона являются.

Теплоизоляция, массивность, лёгкость и простота обработки [1,2]. Распиловка пеноблока на стандартные размеры производится специализированным и универсальным оборудованием, которое в зависимости от режущих инструментов и выполняемых операций делится на различные группы. Такое оборудование выпускается зарубежными фирмами, приобретение и использование его отечественными производителями требует соответствующих экономических затрат, не приемлемых для многих предпринимателей. Учитывая данную проблему, на основе анализа существующих технических средств, авторами разработана упрощённая конструктивная схема передвижного станка для распиловки пеноблока.

Разработка и создание конструкции передвижного станка включает проведение теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию параметров её элементов. На первом этапе исследований необходимо определить усилия, возникающие в зоне контакта между режущим инструментом и обрабатываемым пеноблоком.

В качестве режущего инструмента в разрабатываемой конструкции передвижного станка используется пильный (штрипсовый) нож.

Геометрическая схема пильного ножа (рис 1) представляет собой полосу определённой толщины h_n , длиной b_n и шириной h_2 . Нарезанные зубцы имеют:

- высоту n_1 , с углами заострения $\square\square\square$ и $\square$ в продольной и поперечной плоскостях соответственно;

- длину лезвия режущей кромки l_3 толщиной h_3 ;

- шаг t и ширину b_n .

В процессе резания на пильный нож действуют силы, представленные на расчётной схеме:

- вертикальная сила p_v ;

- сила резания p_r , силы трения, возникающие между передней f_1 и задней f_2 кромками лезвий нарезанного зубца под действием нормальных сил n_1 и n_2 со стороны обрабатываемого пеноблока;

- сила трения f_3 между движущейся горизонтально полосой и пеноблоком под действием нормальной силы n_3 , а также нормальных к плоскости резания сил n_4 , прижимающих полосу и препятствующих её горизонтальному движению.

Предполагается, что угол $\square$ имеет значение, близкое к нулю, в связи с этим силы f_3 и n_4 действуют с обеих сторон полосы по всей ширине h_2 и высоте h_1 вертикальных граней нарезанных зубцов.

Кинематика работы пильного ножа может быть представлена следующим образом. Внедрению зубца будут препятствовать: нормальные силы, действующие со стороны обрабатываемого пеноблока к задней n_2 и передней n_1 кромкам лезвий зубца, а также на ненарезанную нижнюю грань полосы n_3 и на боковые поверхности полосы n_4 ; сопротивление сил трения по задней f_2 и передней f_1 кромкам лезвий зубца; сила трения f_3 между поверхностью движущейся горизонтально полосой и обрабатываемым пеноблоком.

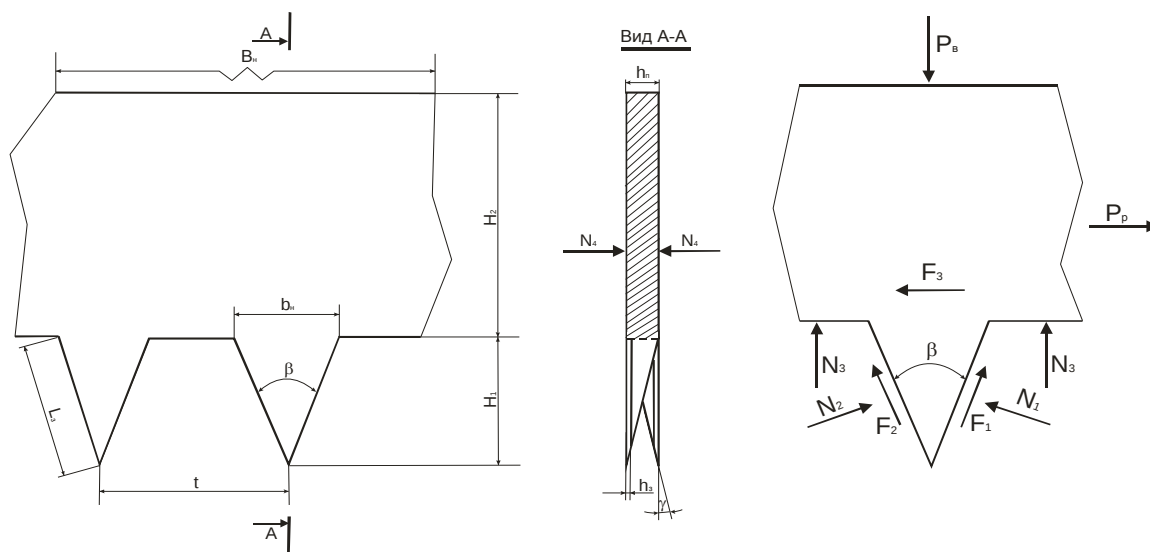


Рис. 1. Геометрическая и расчётная схемы к определению параметров пильного ножа

Нормальные силы можно найти по формулам:

$$N_1 = N_2 = \sigma_6 S_3, \quad N_3 = \sigma_6 S_{n1}, \quad N_4 = \sigma_6 S_{n2} \quad (1)$$

где σ_6 – контактное напряжение, возникающее в процессе внедрения режущего ножа в обрабатываемый пеноблок, $S_3 = h_3 l_3 n$ – площадь контакта зубца,

$S_{n1} = h_n (t - b_n) n$ – площадь контакта полосы, $S_{n2} = B_n H_2 + \frac{b_n H_1}{2} n$ – площадь контакта

боковых граней полосы, $n = \frac{B_n}{t}$ – количество зубьев.

Силы трения определяются как:

$$F_1 = N_1 f, \quad F_2 = N_2 f, \quad F_3 = (N_3 + 2 N_4) f, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения.

Учитывая выражения (1)-(2), составим систему уравнений равновесия проекций сил, действующих относительно вертикальной и горизонтальной осей координат:

$$\begin{cases} P_6 = \sigma_6 B_n \left[\mu_1 + \mu_2 \left(\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2} \right) \right], \\ P_p = f \sigma_6 B_n [\mu_1 + \mu_3], \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{где } \mu_1 = h_n \left(1 - \frac{b_n}{t} \right), \quad \mu_2 = \frac{2 l_3 h_3}{t}, \quad \mu_3 = 2 H_2 + \frac{b_n H_1}{t}.$$

Решая совместно систему уравнений равновесия, окончательно получим

$$\frac{P_6}{P_p} = \frac{\mu_1 + \mu_2 \left(\sin \frac{\beta}{2} + f \cos \frac{\beta}{2} \right)}{f (\mu_1 + \mu_3)} \quad (4)$$

Из полученного выражения видно, что соотношение вертикальной и горизонтальной внешних нагрузок, действующих на пильный нож в процессе распиловки пеноблока, описывается функцией, зависящей от геометрических параметров и коэффициента трения, определяемого путём экспериментальных исследований.

В связи с этим экспериментальные исследования проводились в производственных условиях на базе ОсОО «Гадж-Махал» Араванского района.

Экспериментальный стенд включал (рис. 2):

- пильный (штрипсовый) нож 1, жёстко закреплённый и натянутый на раме 3, совершающий горизонтальное движение по направляющим 4;
- грузки 2 для фиксации вертикальной силы P_v ;
- динамометр 5 для определения горизонтальной силы резания P_p ;
- пеноблок 6, установленный на фундаменте и разрезаемый на соответствующий размер.

Использовался пильный нож с геометрическими размерами:

- толщиной $h_n = 1,5$ мм,
- длиной $V_n = 600$ мм,
- шириной $H_2 = 20$ мм,
- высотой нарезанных зубцов $H_1 = 7$ мм,
- углом заострения $\beta = 45^\circ$,
- толщиной лезвия режущей кромки $h_3 = 0,5$ мм,
- шагом $t = 7$ мм и шириной $b_n = 6$ мм.

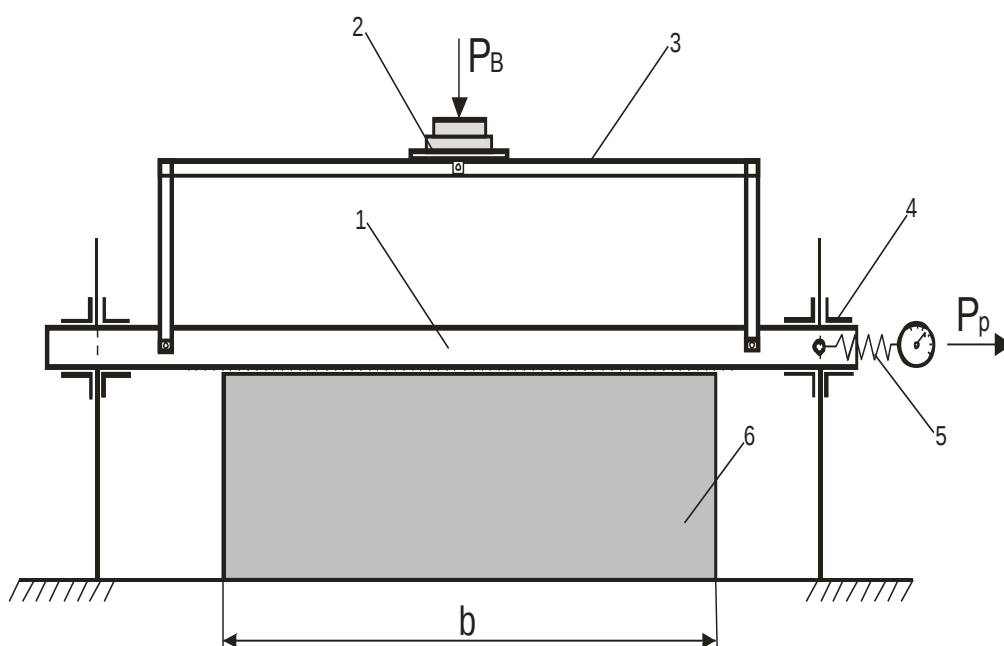


Рис. 2. Экспериментальный стенд для определения усилия резания

1 – пильный (штрипсовый) нож, 2 – грузки для фиксации вертикальной силы P_v ,
3 – рама, 4 – направляющие, 5 – динамометр, 6 – обрабатываемый пеноблок

Эксперименты проводились по следующей методике.

Под действием силы тяжести грузов 2, накладываемых на раму 3, пильный нож 1 подводится к поверхности обрабатываемого пеноблока 6 по направляющим 4. Натягивая упругую пружину динамометра 5, фиксировалось максимальное усилие резания в процессе горизонтального движения пильного ножа. Для определения значений сил P_v и P_p использовался пеноблок с наибольшей плотностью 1200 кг/м^3 и различными стандартными размерами (ширина b изменялась от 200 мм до 400 мм).

Распиловка обрабатываемых образцов проводилась не менее чем 3 раза и определялось среднее значение максимальной силы резания.

Из результатов эксперимента на рис. 3 построена диаграмма изменения горизонтального усилия резания P_p в зависимости от вертикальной силы P_v .

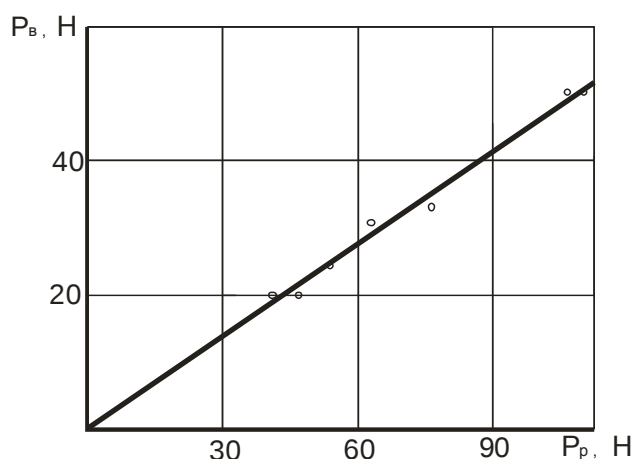


Рис. 3. Диаграмма изменения усилия резания P_p в зависимости от вертикальной силы P_v

Как видно из диаграммы, полученные результаты занесены в виде точек и путём аппроксимации построена прямая, возрастающая от начала координат. Анализ результатов эксперимента показал, что с увеличением вертикальной нагрузки P_v до 50 Н сила резания P_p возрастает до 109 Н. Соотношение P_v/P_p имеет постоянное значение, равное 0,46, и не зависит от ширины обрабатываемого пеноблока b , что подтверждает полученное уравнение (4).

Используя выражение (4), рассчитана величина коэффициента трения f , равная 0,03. Это значение является постоянным и может быть использовано для расчёта соотношения сил P_v/P_p , возникающих в процессе резания пильными ножами с различными геометрическими параметрами.

Таким образом, из анализа теоретических и экспериментальных исследований получено выражение для определения соотношения вертикальной и горизонтальной сил, возникающих в процессе распиловки пеноблока с пильным ножом, имеющим соответствующие геометрические параметры. Полученные результаты могут быть использованы для последующего анализа динамики и обоснования параметров передвижного распиловочного станка.

Использованная литература

1. Носенко Н.Е., Гальперин М.И. Добыча и обработка строительного камня. – М.: ГОСИЗДАТ, 1956. – 317с.
2. Синяков В.К., Никольский А.Ю., Фролов Н.Н. Строительные материалы и работы. – М.: Стройиздат. 1986. – 430с.

