

## АНАЛИЗ СХЕМЫ РАБОТЫ СИММЕТРИЧНОГО БЕТОНОЛОМА

*Дрюпин П.Ю., Высоцкий Е.С., Герляин И.А., Ревин Д.В.  
Братский государственный университет, Братск, Россия*

**Ключевые слова:** симметричный бетонолом, геометрические параметры, разрушаемая конструкция.

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследований по определению работоспособности бетонолома при различных параметрах разрушаемой конструкции и точках касания упора подвижной части бетонолома, определены зависимости сил, действующих на бетонную плиту. Получены значения, характеризующее величину распределенной нагрузки в зависимости от вида опорного покрытия.

## ANALYSIS OF THE OPERATION SCHEME OF A SYMMETRIC CONCRETE BREAKER

*Dryupin P.Yu., Vysotsky E.S., Gerlyain I.A., Revin D.V.  
Bratsk State University, city of Bratsk, Russian Federation*

**Keywords:** symmetrical concrete breaker, geometric parameters, destructible structure.

**Abstract.** This article presents the results of studies to determine the performance of a concrete breaker for various parameters of a destructible structure and contact points of the stop of the movable part of the concrete breaker, the dependences of the forces acting on a concrete slab are determined. Values are obtained that characterize the magnitude of the distributed load depending on the type of support coating.

Симметричный бетонолом способен действовать с большой производительностью, на работах по разрушению как бетонных стен, так и сетчато-армированных металлическими стержнями, бетонных плит толщиной до 400 мм [1-3].

Принцип работы бетонолома состоит в разламывании бетона наложением на последний изгибающего момента. Процесс начинают от края плиты или с приямка, устраиваемого в заранее определенном месте. Бетонолом выполнен по симметричной схеме и может ломать конструкцию как от себя, так и на себя.

Особенностью работы симметричного бетонолома по данной схеме, является использование принципа захвата – к разрушаемой конструкции на некотором расстоянии, в точках касания рабочего оборудования, приложены две силы, действие которых направлено на встречу друг другу.

Приведем в качестве примера бетонную плиту, находящуюся в состоянии покоя на горизонтальной опорной поверхности: либо на однородной грунтовой, либо на бетонной плоскости (рис. 1). В данном случае необходимо учитывать воздействие на плиту сил  $P_1$  и  $P_2$ , а так же распределенных нагрузок  $q_1$  и  $q_2$ . Рассмотрим вышеназванные силы и их воздействие на разрушаемую конструкцию подробнее [2].

Сила  $P_1$  возникает в месте заглубления зуба бетонолома под плиту, т.е. в

точке касания выступа-зуба неподвижной части захвата с нижней плоскостью разрушаемой конструкции. Количественно сила  $P_1$  будет представлять собой усилие, необходимое для разрушения плиты.

Сила  $P_2$  возникает на верхней плоскости плиты в момент опирания на нее упора силовым гидроцилиндром бетонолома, т.е. в точке касания упора подвижной части захвата с разрушаемой конструкцией. Необходимо отметить, что действие силы  $P_2$  происходит на некотором расстоянии “ $a$ ” от точки действия силы  $P_1$ . Расстояние “ $a$ ” до точки приложения силы  $P_2$  определяется длиной плеча подвижной части захвата – упора, а так же толщиной “ $H$ ” строительной конструкции – бетонной плиты. Расстояние “ $a$ ” во многом диктует дальнейший выбор геометрических параметров бетонолома в зависимости от необходимых характеристик его работы и производительности.

Количественно сила  $P_2$  представляет значение усилия, развиваемого силовым гидроцилиндром бетонолома, которое необходимо приложить для потери структурной целостности разрушаемой конструкции.

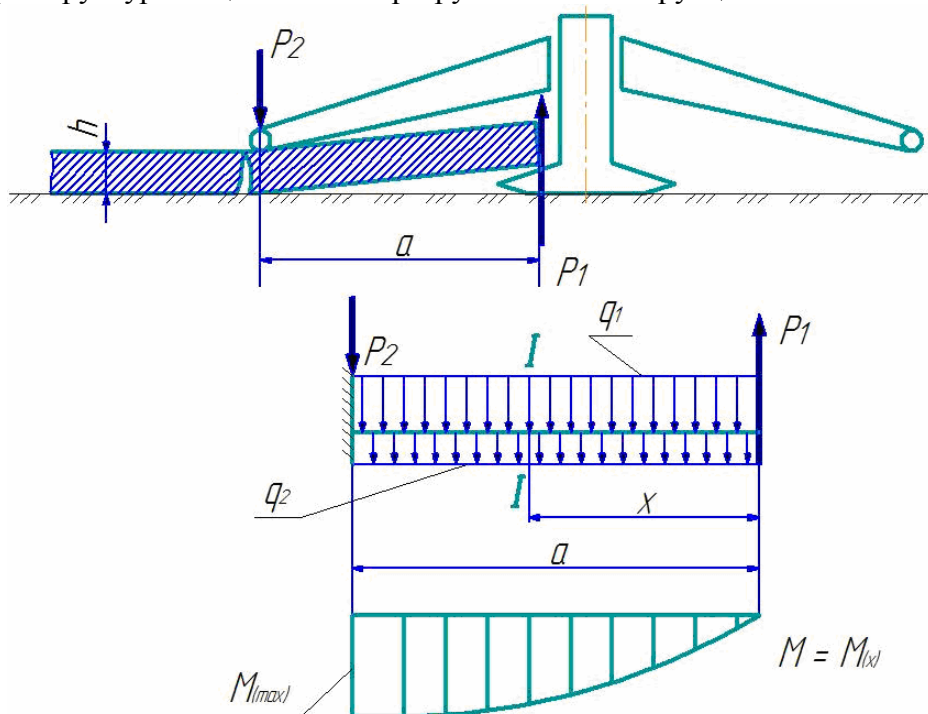


Рис. 1. Схема работы симметричного бетонолома

Кроме сосредоточенных нагрузок в рассматриваемой системе возникает распределенная нагрузка, которую можно разбить на две односторонне направленные распределенные силы.

На опорную поверхность, в данном случае это либо однородное грунтовое покрытие, либо бетонное основание, со стороны разрушаемой конструкции действует распределенная сила  $q_1$ . Рассматриваемая нагрузка численно равна распределенному по площади касания весу бетонной плиты.

При расчетах необходимо учитывать, что на бетонную плиту со стороны

основания так же действует распределенная сила  $q_2$ , возникающая от присутствия сил трения покоя, которые превышают силы трения движения.

Распределенная сила  $q_2$  не будет постоянной для различных вариантов системы: строительная конструкция – основание, и будет зависеть от номинальной удельной силы отрыва покрытия от основания.

При выведении зависимостей действия сил относительно геометрических параметров бетонолома и разрушаемой конструкции необходимо учитывать и руководствоваться следующими принципами.

1. Разрушение бетона протекает постепенно: вначале возникают перенапряжения, а затем микротрещины в отдельных микрообъемах, что в дальнейшем приводит к образованию сплошного разрыва.

2. Распределение напряжений в неоднородном материале, таком как бетон, даже при отсутствии трещин существенно отличается от распределения напряжений в однородном теле. Это явление связано с различием упругих свойств компонентов.

3. В неоднородном материале трещины имеют тенденцию легко проникать из более жесткого в менее жесткий материал. Обратное явление затруднено, т.е. возможна остановка трещин на границе раздела компонентов.

4. Необходимым и достаточным условием разрушения бетонной плиты является образование одной или нескольких сквозных трещин, далее происходит полное отделение фрагментов конструкции.

Совокупное действие системы описанных сил на разрушаемую бетонную плиту приводит в конечном итоге к появлению в плите критического изгибающего момента, под воздействием которого происходит деформация и последующее разрушение строительной конструкции.

Для проверки работоспособности бетонолома при различных параметрах разрушаемой конструкции и точках касания упора подвижной части бетонолома определим зависимости сил, действующих на бетонную плиту.

Выражение для расчета распределенной нагрузки  $q$  учитывает сумму распределенных нагрузок  $q_1$  и  $q_2$ .

$$q = q_1 + q_2, \text{ кг/м}, \quad (1)$$

где  $q_1$  – распределенная нагрузка от веса плиты, толщиной  $H$ ;

$q_2$  – распределенная нагрузка от сил трения покоя.

Первая составляющая суммы распределенной нагрузки  $q_1$  может быть посчитана по формуле:

$$q_1 = \frac{V \cdot \gamma}{x} = \frac{B \cdot H \cdot x \cdot \gamma}{x} = B \cdot H \cdot \gamma, \text{ кг/м}, \quad (2)$$

где  $V$  – объем отламываемого фрагмента бетонной плиты, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – объемная масса бетона,  $\gamma = 2500$  кг/м<sup>3</sup>;

$B$  – ширина отламываемой строительной конструкции, м;

$H$  – толщина отламываемой строительной конструкции, м.

Распределенная нагрузка от сил трения покоя описана следующей формулой:

$$q_2 = C_n \cdot B; \text{ кг/м}, \quad (3)$$

где  $C_n$  – номинальная удельная сила отрыва строительной конструкции от основания, Н/м<sup>2</sup>.

Для однородного грунтового покрытия-основания в первом приближении номинальную силу отрыва рекомендуется рассчитывать по формуле:

$$C_n = C \cdot \text{ctg}(\rho), \text{ Н/м}^2, \quad (4)$$

где  $C$  – сцепление грунта, мПа;  $\rho$  – угол внутреннего трения грунта, град.

При расчетах рекомендуется использовать следующие значения:

$$\rho = 35^\circ,$$

$$C = 0,1 \dots 1,0 \text{ кг/см}^2 = 10^3 \dots 10^4 \text{ кг/м}^2 = 0,01 \dots 0,1 \text{ мПа}.$$

Подставив в выражение (1) выражения (2) и (3) получим формулу для расчета суммарной распределенной нагрузки, действующей на рассматриваемую систему:

$$q = B \cdot H \cdot Y + C_n \cdot B = B \cdot (H \cdot Y + C_n), \text{ кг/м}. \quad (5)$$

Путем подстановки известных значений в формулу (5) получим число, характеризующее величину распределенной нагрузки в зависимости от вида опорного покрытия.

### Список литературы

1. Камчатнов Л.П., Павлов В.В. Технология демонтажа наружных стеновых панелей. – Казань: Татарский ЦНТИ, 2000. – 214 с.
2. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушения. – М.: Стройиздат, 1982. – 196 с.
3. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Баев А.О., Дрюпин П.Ю. Определение мест установки электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2014. – Т. 1. – С. 195-202.

### References

1. Kamchatnov L.P., Pavlov V.V. Technology of dismantling of external wall panels. – Kazan: Tatar TSNTI, 2000. – 214 p.
2. Zaitsev Yu.V. Modeling of deformations and strength of concrete by methods of fracture mechanics. – M.: Stroyizdat, 1982. – 196 p.
3. Zenkov S.A., Kozhevnikov A.S., Baev A.O., Dryupin P.Yu. Determining the installation locations of electric heating flexible tape elements to combat soil freezing to metal surfaces of the working bodies of earth-moving machines // Proceedings of the Bratsk State University. Series: Natural and engineering sciences. 2014, vol. 1, pp. 195-202.

Дрюпин Павел Юрьевич – аспирант	Dryupin Pavel Yurievich – postgraduate student
Высоцкий Егор Станиславович – студент	Vysotsky Egor Stanislavovich – student
Герляин Иван Александрович – студент	Gerlyain Ivan Alexandrovich – student
Ревин Дмитрий Васильевич – студент	Revin Dmitry Vasilievich – student
mf@brstu.ru	

Received 20.12.2022