

Оптимизация параметров работы щековой дробилки для повышения качества заполнителей из дробленого бетона

И.О. Егорочкина, Д.Ю. Кучеренко, В.Х. Согомонов, А.И. Кирюхин

Донской государственной технической университет

Аннотация: Произведены расчеты основных технических характеристик щековой дробилки и установлено влияние параметров работы оборудования на свойства исследуемого материала – заполнителя из дробленого бетона. Представлены результаты патентного поиска в направлении совершенствования конструкции дробильного оборудования и предложен вариант модернизации. Оптимизация параметров работы щековой дробилки позволит изменить принцип дробления материала, продлить ресурс работы, упростить процессы обслуживания и ремонта, повысить качество вторичного заполнителя.

Ключевые слова: измельчение, щековая дробилка, заполнитель из дробленого бетона, модернизация, оптимизация, футеровка, срок службы, надежность.

Объемы переработки утилизируемых строительных конструкций возрастают из года в год. Данной проблеме посвящено значительное количество работ [1-5]. ГОСТ 32495-2013 «Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона» устанавливает ограничения по области применения вторичных заполнителей несоответствующего качества. В работе [6] показана возможность получения бетонов классов до В30 на вторичных заполнителях, растворная составляющая которых не превышает 35 %. Обогащение таких заполнителей, заключающееся в удалении (истирании) раствора с поверхности позволяет использовать их наравне с природными [7-9]. В связи с развитием технологий повышения качества вторичных заполнителей дробильно-сортировочные комплексы нуждаются в конструкционной доработке и оптимизации их работы, так как дополнительное механическое воздействие на дробленый бетон, нередко с включениями обрывков арматуры, гораздо быстрее изнашивает рабочие узлы дробящих машин.

Целью настоящей исследовательской работы является изучение достижений науки и техники в сфере машиностроения и разработка варианта

модернизации дробильного оборудования для решения проблемы продления ресурса работы дробилки, упрощения обслуживания и ремонта, достижения хорошего экономического эффекта и повышения качества готового продукта – заполнителя из дробленого бетона.

В результате проведенного патентного поиска принято эффективное техническое решение [10]. Сущность изобретения заключается в изготовлении плит сложной формы, с футеровкой неподвижной и подвижной щек, выполненной с размещенными в средней части камеры дробления криволинейными выступами, обращенными внутрь камеры дробления. Для повышения качества вторичного заполнителя необходимо добиваться удаления растворной части, исключая раскол природных зёрен. Оптимизация и контроль параметров работы модернизированной дробилки позволят получить вторичный заполнитель кубовидной формы, практически свободный от слабой растворной части. Регулировкой положений дробящих плит и размеров загрузочного и выгрузочного отверстий щековой дробилки, возможно реализовать метод «мягкого» дробления, предложенный в работе [11]. Благодаря кривизне плит плоские куски переламываются в изогнутой разгрузочной полости, снижается выход лещадных кусков (рис.1).

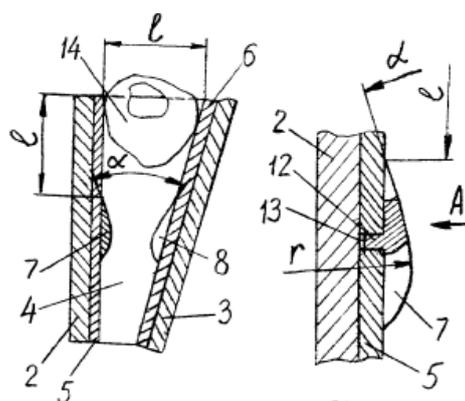


Рисунок 1 – Модернизация щековой дробилки:

1, 2 -подвижная и неподвижная щеки дробилки; 3 – зона выгрузки материала; 4 – внутреннее пространство дробилки; 5, 6 – футеровка подвижной и неподвижной щек дробилки; 7, 8 – криволинейные выступы подвижной и

неподвижной щеки дробилки; 12 – пазы для крепления рифленых элементов (13); 14 – измельчаемый материал (заполнитель из дробленого бетона).

Для обеспечения «мягкого» режима разгрузочное отверстие дробилки должно быть открыто до максимально возможной ширины для компенсации дробильного пространства, которые занимают криволинейные выступы на щеках, а выгрузочное – минимальных размеров, чтобы дробление велось при максимальном заполнении рабочего пространства дробилки в режиме «завала». Измельчение в таком режиме обеспечит разрушение и отделение растворной составляющей от зерен крупного заполнителя.

В настоящей работе представлен расчет параметров дробилки с учетом модернизации. Представлены результаты расчета эффективности работы дробилки СМД-28, типоразмера ЩДС- 9х12 с постоянным размером загрузочной камеры и с переменным, оптимизированным изменением внутреннего объема загрузочной камеры криволинейными выступами.

Расчеты. Технические характеристики дробилки СМД-28: размеры приемного отверстия: $L \times B = 900 \times 1200$ mm; ширина выходной щели в фазе открытия: $H=130$ mm; наибольший размер куска исходного материала: $D = 750$ mm; $d_{sr} = 300$ mm; производительность: $Q = 180$ m³/hr; мощность установленного привода: $N_{pr} = 110 \cdot 10^3 \cdot W$.

Основной техникой параметр мощность двигателя дробилки (N_{dv}) определяется по формуле П.М. Сиденко [12]:

$$N_{dv} := \frac{3 \cdot \sigma_{szh}^2 \cdot Q}{2E \cdot 0.85} \cdot \frac{\ln(i_{sr})}{\ln(a)}, \text{ где} \quad (1)$$

$i_{sr} = D/d_{sr}$ – степень измельчения куска; $a = D_{sr}^3 / d_{sr}^3$ – объёмная степень однократного разрушения.

В случае одного изменяемого параметра (размер начального куска): коэффициент измельчения $i_{sr} = D/d_{sr}$; коэффициент объёмного измельчения (в данном случае дискретная переменная величина): $A(D_{izm}) = D_{izm}^3 / d_{sr}^3$

Данный расчет применяется для дробильных агрегатов с постоянным размером загрузочной камеры. По результатам расчетов построена зависимость степени измельчения от мощности двигателя дробилки (рис. 2)

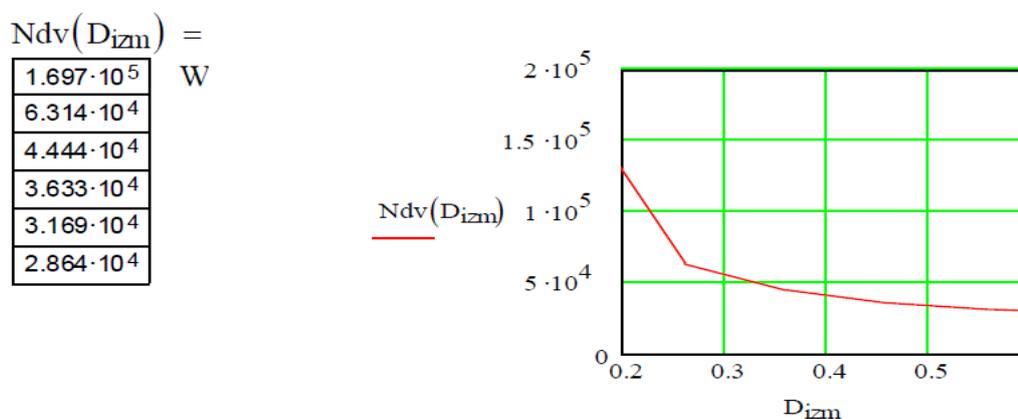


Рисунок 2 - Зависимость степени измельчения от мощности двигателя

Анализируя данную зависимость, можно сделать вывод, что увеличение размеров начального куска ведет к снижению мощности двигателя, но чем больше куски начального материала, тем меньше мощности расходуется на трение между кусками породы при сжатии щёк дробилки.

Для модернизированной дробилки рассмотрена математическая модель Баумана В.А. [12] применимая для расчетов параметров работы дробильных агрегатов с переменным размером загрузочной камеры.

При переменном значении размеров загрузочной камеры: $B_{izm} = 200, 400, \dots, B$ требуемая мощность двигателя (N_{dv_b}) определяется по формуле:

$$N_{dv_b} := \frac{\sigma_{szh}^2 \cdot \pi \cdot B}{12E \cdot 0.85} \cdot (D^2 - d_{sr}^2)^n, \text{ где} \tag{2}$$

$n = 1,7 \text{ S}^{-1}$ – частота вращения эксцентрика (паспортная);

$n_{izm} = 0 \dots 10 \text{ S}^{-1}$ - частота вращения эксцентрика (при переменном значении частоты вращения).

По результатам расчетов построена зависимость степени измельчения от мощности двигателя дробилки (рис. 3).

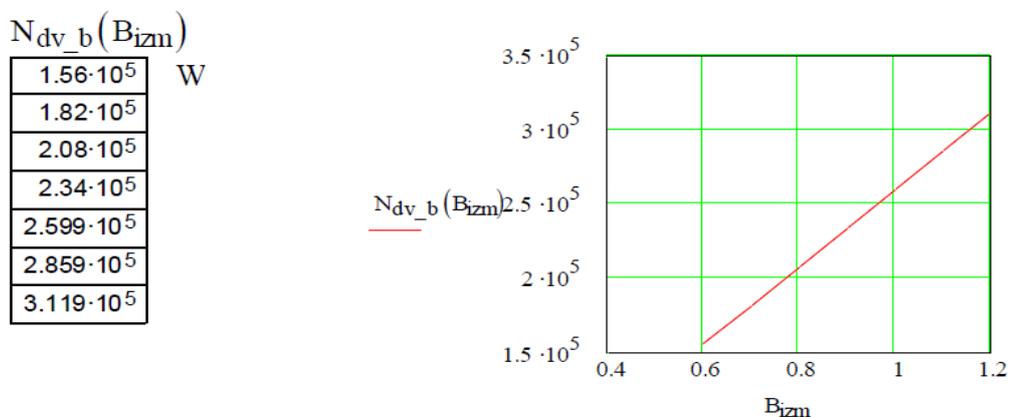


Рисунок 3- Зависимость мощности дробилки и степени измельчения от вида режима дробления

Анализируя полученные зависимости, можно прийти к выводу, что с точки зрения эксплуатационных и экономических параметров, конструкция дробилки стала более надежна и производительна. В условиях испытательной лаборатории был подвергнут «мягкому» дроблению вторичный бетонный щебень. Измельчение-истирание велось в 3 стадии, в режиме «завала». Результаты испытаний показали значительное улучшение параметров качества заполнителя из дробленого бетона (рис.4).

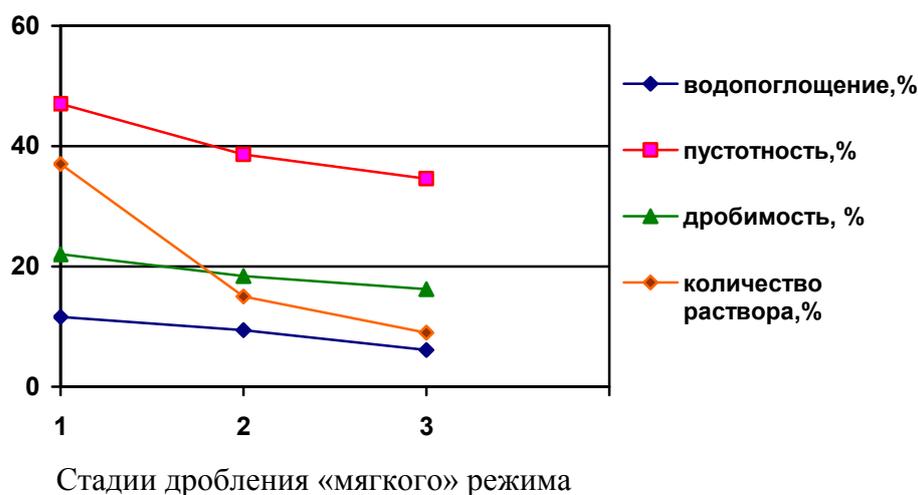


Рисунок 4 – Зависимость параметров качества вторичного заполнителя от вида режима дробления

Вывод. На основании проведенных исследований предложен вариант модернизации щековой дробилки, заключающийся в изменении профиля средней части дробящей плиты, что в свою очередь изменяет режим и принцип измельчения. Оптимизация параметров работы модернизированного агрегата позволит повысить качество готового продукта – заполнителя из дробленого бетона и продлить срок службы дробящих поверхностей, и в целом надежность и долговечность дробильного агрегата.

Литература

1. Гусев, Б.В. Вторичное использование бетонов / Б.В. Гусев, В.А. Загурский. – М.: Стройиздат, 1988.- 97 с.
2. Malešev, M., Radonjanin, V., Dimča, M. Recycled Concrete as Aggregate for Structural Concrete Production - Part I. In Proceeding of 4th International Science Meeting: Sustainability, 2(5), 1204-1225. – Serbia.: Novi Sad, 2010. pp. 495-504. doi:10.3390/su2051204.
3. Li, X. Recycling and re-use of waste concrete in China: Part I. Material behavior of recycled aggregate concrete. – China. Pekin.:Resource. 2008, № 1 (2), pp. 36-44. doi: 10.1016/j. resconrec. 2008.09.006.
4. Курочка, П.Н., Мирзалиев, Р.Р. Свойства щебня из продуктов дробления вторичного бетона как инертного заполнителя бетонных смесей // Инженерный вестник Дона, № 4, 2012, URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2012/3090
5. Егорочкина, И.О., Костыря, Я.И. Электроимпульсные технологии получения вторичных заполнителей высокого качества // Строительство и архитектура – 2015: матер. конф. - Ростов-на-Дону, Изд-во ФГБОУ ВПО РГСУ, 2015. С. 405-406.

6. Айрапетов, Г.А., Несветаев, Г.В., Егорочкина, И.О. Структура и свойства бетонов с компенсированной усадкой на вторичных заполнителях //Бетон и железобетон. 1998. № 2. С. 25-29.
7. Кучеренко, Д.Ю., Егорочкина, И.О. Оценка возможности получения высококачественных вторичных заполнителей для монолитного строительства. // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2016. № 2-2 (62). С. 137-140.
8. Егорочкина, И.О., Кучеренко, Д.Ю. Сравнительная оценка качества заполнителей из дробленого бетона // Новая наука: техника и технологии. 2017. № 3. С. 30-33.
9. Егорочкина, И.О. Рекомендации по подбору состава бетонов на вторичных заполнителях с разномодульными включениями //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 3. С. 49-53.
10. Тарасов, Ю.Д. Щековая дробилка./ Пат. Рос. Федерации 2338592. МПК В02С 1/02 (2006.01), 20.11.2008.
11. Коровкин, М.О., Шестернин, А.И., Ерошкина Н.А. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона // Инженерный вестник Дона, № 3, 2015, URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3090
12. Клушанцев, Б.В., Косарев, А.И., Муйземнен, Ю.А. Дробилка. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. - М.: Машиностроение, 1990, 320 с.

Reference

1. Gusev B.V., Zagurskiy V.A. Vtorichnoye ispol'zovaniye betonov [Re-use of concrete]. М.: Stroyizdat, 1988. 97 p.



2. Malešev, M., Radonjanin, V., Dimča, M. Serbia.: Novi Sad, 2010. pp. 495-504. doi: 10.3390/su 2051204.
3. Li, X. China. Pekin: Resource. 2008, № 1 (2), pp. 36 - 44. doi: 10.1016/j.resconrec. 2008.09.006.
4. Kurochka, P.N., Mirzaliyev, R.R. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2012/3090.
5. Egorochkina, I.O., Kostyrya, YA.I. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2015. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo FGBOU VPO RGSU, 2015. pp. 405-406.
6. Ayrapetov, G.A., Nesvetayev, G.V., Egorochkina, I.O. Beton i zhelezobeton. 1998. № 2. pp. 25-29.
7. Kucherenko, D.YU., Egorochkina, I.O. Novaya nauka: Sovremennoye sostoyaniye i puti razvitiya. 2016. № 2-2 (62). pp. 137-140.
8. Egorochkina, I.O., Kucherenko, D.YU. Novaya nauka: tekhnika i tekhnologii. 2017. № 3. pp. 30-33.
9. Egorochkina I.O. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura, 2014. № 3. pp. 49-53.
10. Tarasov, YU.D. Shchekovaya drobilka. [Aggregate Crusher]. Pat. (RU) № 2338592. MPK B02C 1/02 (2006.01), 20.11.2008.
11. Korovkin, M.O., Shesternin, A.I., Yeroshkina N.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), № 3, 2015. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2015/3090
12. Klushantsev, BV, Kosarev, AI, Mujzemen, Yu.A. Crusher. Drobilka. Konstruktsiya, raschet, osobennosti ekspluatatsii [Construction, calculation, operation features]. M.: Mashinostroyeniye, 1990, 320 p.