

УДК 669.1:622

В. А. СИДОРОВ *(канд. техн. наук, доц.), **О. А. ЛЕВЧЕНКО** **

* - ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

** - Донбасский государственный технический университет

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ОДНОВАЛКОВЫХ ЗУБЧАТЫХ ДРОБИЛОК

Рассмотрены возможности и основные направления развития и усовершенствования конструкций одновалковой зубчатой дробилки с целью повышения качества готового агломерата.

одновалковая зубчатая дробилка, агломерат, качество, конструкция

Широко известно, что уменьшение содержания мелочи в готовом агломерате (фракции 0-5 мм) на 1% повышает производительность доменной печи на 0,4-0,7 % и снижает расход кокса на 0,4-0,7 %; снижение содержания фракций 0-5 мм в агломерате с 14,8 до 10,6 % обеспечивает повышение интенсивности плавки на 1,7-2,3 % [1].

В настоящее время применяемые для дробления агломерата дробилки допускают повышенное содержание крупных кусков, размеры которых порой превышают 100 и даже 300 мм. Это негативно сказывается на металлургических свойствах агломерата, непосредственно загружаемого в доменную печь, так как в процессе неоднократной транспортировки и перегрузки большие куски склонны к переизмельчению из-за своей массы, а, следовательно, повышенной энергии при соударениях. В результате, даже при качественном отсеве мелочи после дробления ее процентный состав возрастает в агломерате, загружаемом в доменную печь до 15-17 и более процентов.

Учитывая значительные объемы агломерационного производства [2] проблема стабилизации гранулометрического состава готового агломерата и приведение его крупности в диапазон 5-50 мм, а лучше 10-60 мм является очень актуальной.

Для дробления горячего аглоспека на металлургических предприятиях Украины и стран СНГ применяются щековые и одновалковые зубчатые дробилки, из которых последние являются более перспективными, так как разрушение аглоспека в них происходит преимущественно путем разламывания или среза, а не раздавливания. По данным ДонНИИчермет [3] при температуре агломерата свыше 800°C нижний слой пирога поступает в

дробилку в пластическом состоянии, а отдельные его куски выходят из дробилки в виде пластин.

Повышение качества готового агломерата выходящего из одновалковой зубчатой дробилки можно достичь путем усовершенствования ее конструкции. Однако на металлургических предприятиях Украины этому в настоящее время внимание практически не уделяется, хотя вопрос стоит очень остро. Ранее усовершенствования дробилок такого типа на различных металлургических предприятиях сводились к изменению числа зубьев звездочек на роторе с 2 до 6, а также в опробовании вариантов установки звездочек без смещения и со смещением друг относительно друга на определенный угол (например, на 20°). Было установлено, что как увеличение числа зубьев, так и смещение звездочек улучшает качество и условия дробления [4].

Зубья звездочки должны не раздавливать агломерат, а раскалывать его. Поэтому их форма должна быть (рис. 1) не прямоугольной, а заостренной [5]. Заостренные зубья не нашли широкого применения, хотя качество агломерата при этом повышалось, из-за трудности их изготовления и замены.

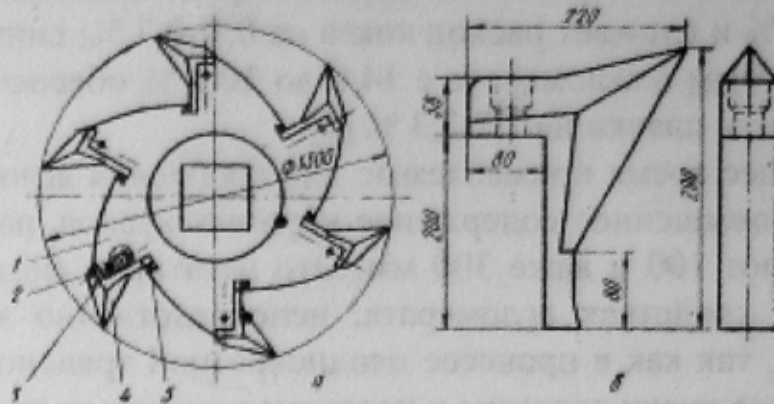


Рисунок 1 – Звездочка одновалковой зубчатой дробилки: а – с самозатачивающимися зубьями; б – конструкция завода "Запорожсталь":

1 - диск звездочки; 2 – палец; 3 – штифт конусный; 4 – сменный самозатачивающийся зуб; 5 – клин

В России на ОАО "Северсталь" с 1993 по 1999 гг. проводили исследования и эксплуатацию аглодросилок с консольно расположенными колосниками [6, 7] (рис. 2). По данным [6] коэффициент использования металла колосников увеличился в 4 раза, снизились затраты стали колосников 70 ХЛ; время на ремонт; мощность процесса дробления и затраты электроэнергии; упростилась конструкция корпуса дробилки; повысился выход готового агломерата. Однако проблема стабильности фракционного состава готового агломерата решена не была.

Таким образом, наиболее распространенная на отечественных аглофабриках одновалковая зубчатая дробилка допускает разброс гранулометрического состава готового агломерата, в среднем обеспечивает более 25 % кусков с размерами более 200 мм и около 10 % мелочи с размерами 0 – 5 мм [8], что негативно сказывается на эффективности работы доменных печей.

Изучение причин образования крупных кусков с точки зрения их полного устранения показали, что без изменения схемы разрушения агломерат высокого качества получить не удастся. Проведенный анализ литературы и патентный поиск показал, что конструкция одновалковой дробилки не позволяет получить агломерат желаемой крупности, а именно 5 – 50 мм, так как его дробление происходит преимущественно путем продавливания через колосниковую решетку зубьями ротора. Уменьшение же зазора между колосниками не целесообразно из-за резкого возрастания износа рабочих элементов. Поэтому необходимо принципиальное изменение

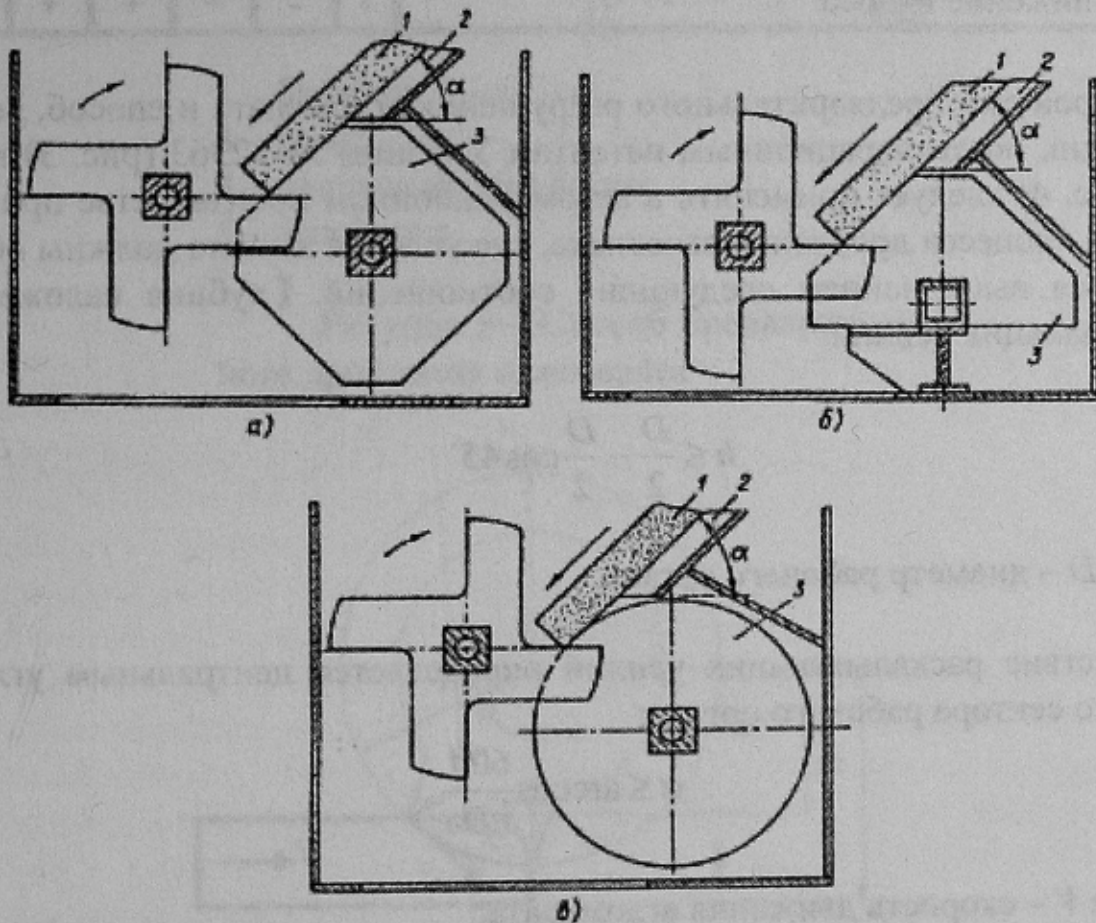


Рисунок 2 – Конструктивные схемы одновалковой зубчатой дробилки с консольно расположенными колосниками: а) одновалковая дробилка с четырехпозиционными колосниками; б) одновалковая дробилка с круглыми колосниками; в) одновалковая дробилка с двухпозиционными колосниками; 1 – агломерат; 2 – наклонная направляющая; 3 – колосники.

существующего принципа разрушения, чему было уделено особое внимание.

Были разработаны принципиально новые решения, подтвержденные патентами Украины [9 - 14], в соответствии с вариантами новых элементов способов и конструкций, приведенных в таблице 1 (рис. 3 - 7).

Таблица 1 – Технологический эффект принципиально новых вариантов технических решений

№ п/п	Технологический эффект	Технические решения					
		[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]
1	Повышение степени дробления	+	+	+	+	+	+
2	Снижение удельных энергозатрат	-	-	+	+	+	-
3	Улучшение гранулометрического состава	+	+	+	+	+	+
4	Снижение износа	-	-	+	+	+	+

Устройство предварительного разрушения агломерата и способ, соответственно, по декларационным патентам Украины № 12363 (рис. 3) и № 9901 (рис. 4) следует применять в агломерационном производстве при отсутствии процесса дробления аглоспека, где условия захвата должны обеспечиваться выполнением следующих соотношений. Глубина наложения раскалывающих усилий:

$$h \leq \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \cos 45^\circ$$

где D – диаметр рабочего органа.

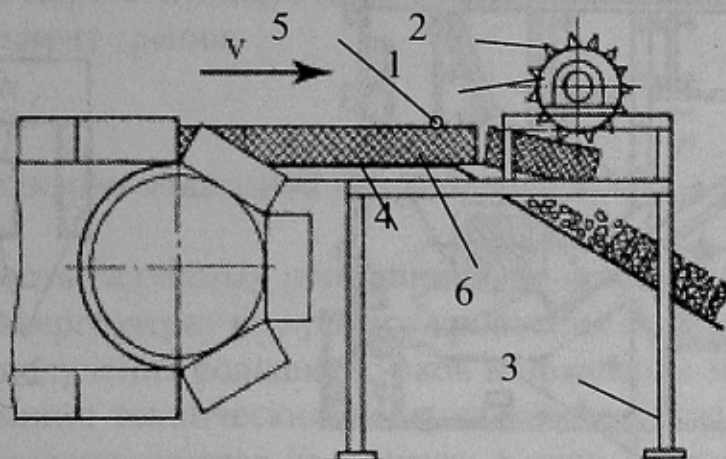
Действие раскалывающих усилий определяется центральным углом кругового сектора рабочего органа:

$$\alpha \leq \arccos \frac{60V}{\pi D n},$$

где V – скорость движения агломерата;

n – частота вращения рабочего органа.

Метод излома, как наименее энергозатратный, реализуется в соответствии со способами по декларационным патентам Украины № 9843 (рис. 5-а) и № 9865 (рис. 5-б) за счет изменения формы колосниковой решетки (перепада уровня высот колосников). При этом, разрушение аглоспека при изломе происходит по ослабленным (плохо спеченным) участкам, что обеспечивает хорошие условия разрушения и более полное удаление



- 1 – барабан; 2 – зубья;
3 – рама;
4 – направляющий лоток;
5 – агломерат

Рисунок 3 – Способ предварительного дробления агломерата

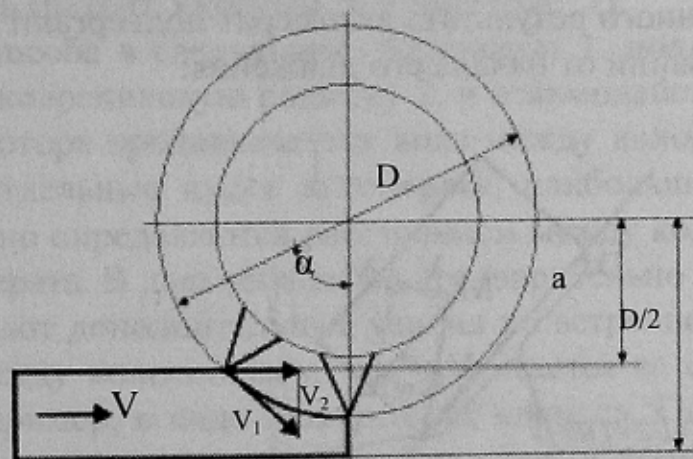
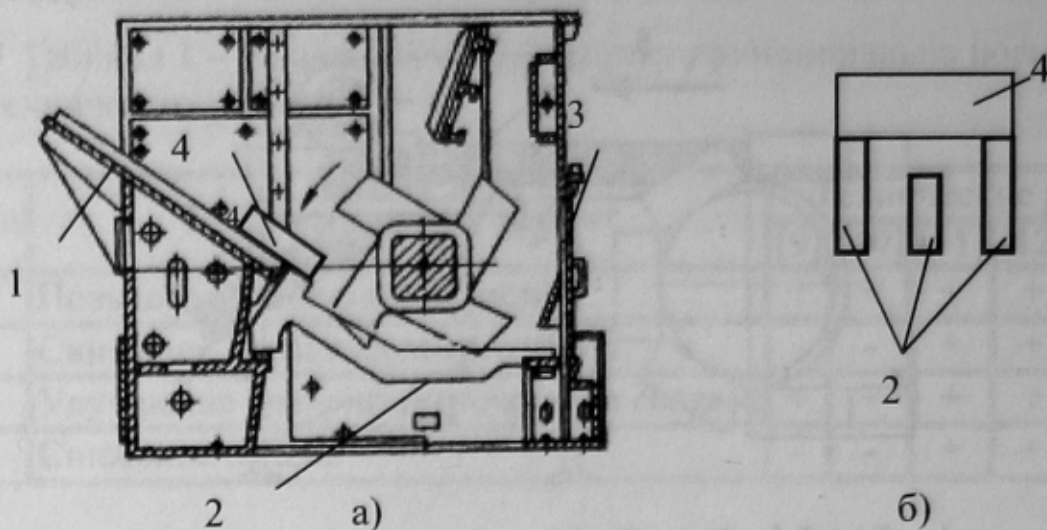


Рисунок 4 – Устройство предварительного дробления агломерата

возврата, повышая качество готового агломерата.

Способ подачи агломерата в одновалковую зубчатую дробилку по патенту № 17859 (рис. 6) позволяет подавать аглоспек на дробление более нагретой стороной вверх, что улучшает условия его разрушения [8], т.к. если более нагретая сторона опирается на колосники, то играет роль демп



1 – направляющая плита; 2 – колосники; 3 – зубья; 4 – аглоспек

Рисунок 5 - Способ дробления агломерата

фирующей подушки. Кроме того, при опрокидывании спека на него воздействуют значительные динамические нагрузки, что приводит к его предварительному разрушению еще до процесса дробления.

Для гарантированного результата агломерат подвергают мгновенному стопорению на расстоянии от начала его движения:

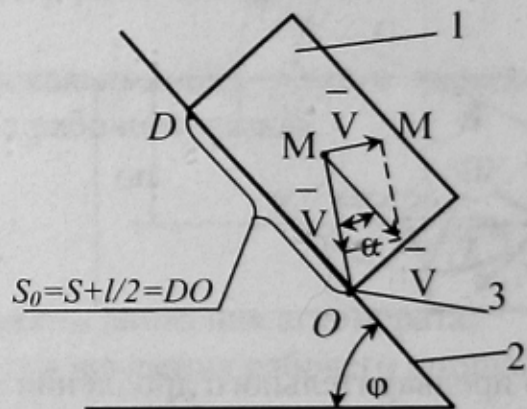


Рисунок 6 - Способ подачи агломерата в одновалковую дробилку

$$S_0 \geq \frac{g\sqrt{h^2 + l^2}}{2g(\sin \varphi - f \cos \varphi)} \cdot \frac{1 - \sin(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha} + \frac{l}{2},$$

где g – ускорение свободного падения;

h – высота пирога агломерата;

l – ширина пирога агломерата;

f – коэффициент трения;

$$\alpha = \arctg \frac{h}{l};$$

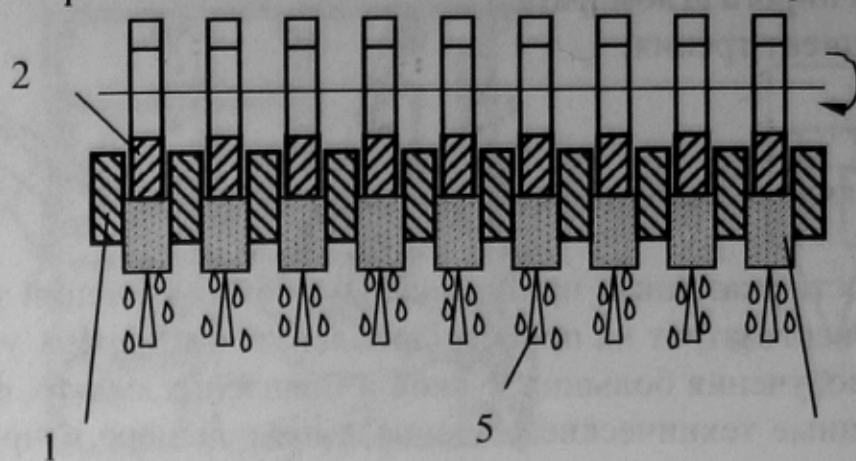
φ – угол наклона наклонной направляющей.

Эффективность указанных принципиально-новых решений заключается в снижении энергозатрат на процесс дробления агломерата, уменьшении вероятности получения больших кусков и появления мелких фракций. Однако предложенные технические решения в полной мере вопроса полного отсутствия больших кусков не решают, а лишь снижают вероятность их появления. Значительное изменение конструкции одновалковой зубчатой дробилки агломерата крайне нежелательно, так как значительно усложняет ее внедрение в производство, поэтому было поставлено задание добиться максимального технологического эффекта улучшения качества готового агломерата без существенных изменений. Одно из таких решений заключается в следующем. Если необходимо уменьшить расстояния между колосниками, необходимо создать дополнительные препятствия именно большим кускам агломерата, не затрудняя выход фракций, имеющих нужную крупность (патент Украины № 82363 (рис. 7).

Суть способа в следующем. Агломерат 1, подлежащий дроблению, поступает на колосниковую решетку 2, и взаимодействуя с зубьями 3 вращающегося ротора продавливается вниз между колосниками 2. При этом образуются отдельные куски агломерата, наибольшие размеры которых приблизительно определяются расстоянием между колосниками и высотой пирога агломерата. В дальнейшем на предварительно полученные большие куски действуют дополнительные усилия во встречном направлении к его движению между колосниками, что достигается за счет дополнительных упоров 4, например, в виде заостренных клиньев. Они противодействуют движению больших кусков, упираются в них и вызывают разрушение на куски значительно меньшие по размерам. Конечные размеры агломерата зависят от расстояния от колосников и упоров, количества упоров, формы их рабочей поверхности и взаимного размещения между колосниками. Благодаря этому способу дробления гранулометрический состав готового агломерата, за счет повышения равномерности размеров полученных кус-

ков, приближается к оптимальным размерам. Это позволяет более эффективно удалить из готового агломерата нежелательные мелкие фракции и сократить самоизмельчение на этапах транспортировки и перегрузки.

Все перечисленные способы наиболее целесообразно применять в



1 – колосники; 2 – зубья звездочки; 3 – аглоспек; 4 – упоры

Рисунок 7 – Способ дробления агломерата в одновалковой дробилке

тесной комбинации друг с другом, что обеспечит значительно больший эффект от их применения, как в области экономии затрат электроэнергии на дробление, так и в области повышения качества готового агломерата, поступающего на выплавку чугуна в доменные печи.

Выводы

Разработанные принципиально-новые технические решения дробления агломерата позволяют снизить затраты электроэнергии, повысить качество готового агломерата и срок эксплуатации дробильного оборудования, при этом необходимо стремиться к комплексному использованию способов дробления.

При разрушении агломерата предпочтение необходимо отдавать тем конструктивным схемам процесса дробления, в которых максимально возможна реализация принципа приоритетности воздействия на материал изломом, а не срезом и контакте зубьев ротора с более нагретой стороной, что стабилизирует фракционный состав агломерата и повышает эффективность доменной плавки.

Крупные куски агломерата целесообразно подвергать дополнительному дроблению, препятствуя их выходу из колосникового пространства за счет дополнительных упоров, расстояние от которых до колосников гарантирует необходимую крупность.

Список літератури

1. Федоровский Н.В. Агломерация железных руд: Справочник / Н.В. Федоровский, Д.И. Шанидзе. – К.: Техника, 1991. – 141 с.
2. Мищенко И.М. Состояние и основные направления повышения технического уровня агломерационного производства предприятий черной металлургии Украины / И.М. Мищенко // Металлургические процессы и оборудование. – 2005. – № 1. – С. 23 – 26.
3. Технология производства офлюсованного железорудного агломерата для реконструируемой аглофабрики Алчевского металлургического комбината с установкой новых агломашин на базе МАК-90 и ленточных охладителей. Технологическое задание. Шифр 825/92. ДОННИИЧЕРМЕТ. – Донецк, 1992.
4. Мартыненко В.А. Производство агломерата (технология, организация рабочего места) / Мартыненко В.А., Кухарь А.С. – М.: Металлургия, 1985. – 72 с.
5. Притыкин Д.П. Механическое оборудование заводов цветной металлургии. Ч. 1. Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов / Д.П. Притыкин. – М.: Металлургия, 1988. – 392 с.
6. Макаров К.К. Аглодробилки с консольно расположенными колосниками / К.К. Макаров // Вестник машиностроения. 2000. № 7. С. 69 – 70.
7. Макаров К.К., Невраев В.П., Баринов С.И. Одновалковая зубчатая дробилка. Патент РФ № 2231387. Российская Федерация, МКИ В 02 С 4/08. Оpubл. 24.06.2004. Бюл. № 18.
8. Борискин И.К. Интенсивная механическая обработка агломерата. Теория, оборудование, технология / И.К. Борискин, Г.А. Арыков, А.Н. Пыриков - М.: МИСИС, 1998. – 248 с.
9. Деклараційний патент на корисну модель 9901 Україна, МПК⁷ В 02 С 11/02. Спосіб попереднього дроблення агломерату / Алтухов В.М., Левченко О.О.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503717; заявл. 19.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.
10. Деклараційний патент на корисну модель 12363 Україна, МПК⁷ В 02 С 11/00. Пристрій для попереднього дроблення агломерату / Алтухов В.М., Левченко О.О., Кі-р'язев П.М.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503439; заявл. 12.04.05; опубл. 15.02.05, Бюл. № 2. – 3 с.: іл.
11. Деклараційний патент на корисну модель 9843 Україна, МПК⁷ В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Алтухов В.М., Левченко О.О.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503314; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.
12. Деклараційний патент на корисну модель 9865 Україна, МПК⁷ В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Трінєєв Є.Т., Алтухов В.М., Левченко Е.П.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503379; заявл. 11.04.05; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.
13. Деклараційний патент на корисну модель 17859 Україна, МПК⁷ В 02 С 4/10. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Галич В.А., Алтухов В.М., Левченко Е.П.; заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – № u200503423; заявл. 22.09.05; опубл. 16.10.06, Бюл. № 10. – 3 с.: іл.
14. Спосіб дроблення агломерату в одновалковій зубчастій дробарці / Левченко О.О., Алтухов В.М., Левченко Е.П., Галич В.А.; заявники і патентовласники Левченко

О.О., Алтухов В.М., Левченко Е.П., Галич В.А. - № а200511819; заявл. 12.12.05; опубл. 10.04.08, Бюл. № 7. – 2 с.: іл.

Надійшла до редколегії 12.05.2009.

В. А. СІДОРОВ*, О. О. ЛЕВЧЕНКО**

* - ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,

** - Донбаський державний технічний університет

Деякі напрями вдосконалення конструкцій одновалкових зубчастих дробарок. Розглянуто можливості та основні напрямки розвитку та удосконалення конструкцій одновалкової зубчастої дробарки з метою підвищення якості готового агломерату.

одновалкова зубчаста дробарка, агломерат, якість, конструкція

V. A. SIDOROV*, O. O. LEVCHENKO**

* - SHSI «Donetsk National Technical University»,

** - Donbassky State Technical University

Some ways for improvement of constructions of oneroller of toothed crusher. Possibilities and basic directions of development and improvement of constructions of oneroller of toothed crusher are considered with the purpose of upgrading the prepared agglomerate.

oneroller of toothed crusher, sinter, quality, construction

© В. А. Сидоров, О. А. Левченко, 2009