

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-151-158

**\*Романович М.А., Романович А.А., Чеховской Е.И., Бутов А.П.**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

\*E-mail: AlexejRom@yandex.ru

**АГРЕГАТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КУБОВИДНОГО ЩЕБНЯ**

**Аннотация.** В статье приведен анализ свойств горных пород со сланцевой текстурой, обоснована необходимость приложения усилия в направлении наименьшей прочности. Дается анализ отечественных и зарубежных конструкций проектируемого и эксплуатируемого дробильного оборудования, применяемого в процессе получения кубовидного щебня. В результате анализа установлено, что эти агрегаты не приспособлены учитывать специфическую текстуру дробимых материалов и это не позволяет получать кубовидный щебень из сланцевых материалов. Приводится описание новой конструкции пресс-валкового агрегата, позволяющего получать кубовидный щебень из горных пород, имеющих сланцевую текстуру. Пресс-валковый агрегат, включает в себя устройство для направленной подачи сланцевых материалов к его рабочим органам, которые создают силовое воздействие на подаваемые куски породы в требуемом направлении. Приведено описание конструкции зуба рабочего органа, позволяющей значительно сократить время замены износившихся элементов и снизить изгибающие нагрузки, действующие на него. Это приводит к повышению надежности конструкции и позволяет снизить металлоемкость ремонта. Рассмотрена математическая модель направленного движения сланцевых материалов в валковом устройстве и получено уравнение для расчета требуемого усилия. Приведены графические зависимости влияния величины угла установки ролика и его смещения по горизонтали и вертикали на величину деформации слоя подаваемого материала.

**Ключевые слова:** агрегат, пресс-валковый, ПВИ, сланец, материалы, кубовидный щебень, величина деформации, зубья.

**Введение.** На сегодня строительная отрасль страны испытывает огромный дефицит в щебёночных материалах. Частичным решением этой проблемы может стать получение кубовидного щебня из горных пород со сланцевой текстурой, которые в больших объемах находятся как на территории России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Для производства щебня широко используются конусные, щековые, роторные дробилки, позволяющие получать щебень различных фракций, в том числе и кубовидный из горных пород, имеющих изотропную текстуру. Однако, анализ отечественных и зарубежных конструкций проектируемого и эксплуатируемого дробильного оборудования показал, что они не приспособлены к учету текстуры дробимых материалов, что не позволяет получать щебень кубовидной формы из горных пород, имеющих сланцевую текстуру [1-4].

**Материалы и методы.** При измельчении сланцевых пород в данных агрегатах на выходе продукт имеет низкое процентное содержание кубовидного щебня и большой процент отсева. Кроме того, они характеризуются высокой энергоемкостью и большим удельным расходом породы при производстве тонны кубовидного щебня [5-6].

Анализ свойств горных пород со сланцевой текстурой показал, что они имеют неоднородную плотность и прочность и при их измельчении, с целью получения кубовидного щебня,

необходимо прикладывать силы таким образом, чтобы создаваемое давление воздействовало на кусок поперек продольных слоев с определенным шагом [7].

**Основная часть.** Учеными БГТУ им. В.Г. Шухова разработан пресс-валковый агрегат с устройством для направленной подачи, который позволяет создавать направленное движение кусков горных пород вдоль своей большей оси к рабочим органам и создавать силовое воздействие в требуемом направлении, что приводит к получению на выходе щебня кубовидной формы.

Пресс-валковый агрегат (рис. 1) состоит из корпуса 7, в котором расположены два вращающиеся навстречу друг другу валки 1 и 8, на которых имеются выступающие клиновидные зубья. По бокам валков имеются реборды 10, предназначенные для удержания материала в рабочей зоне валцов при его подаче и измельчении [8]. Для создания направленной подачи горных пород со сланцевой текстурой в бункере 4 расположено устройство, состоящее из двух подвижных щек 5 и подпружиненных роликов 6 [9-10].

Сами зубья (рис. 2) состоят из держателя 3, на одном конце которого имеется крепление к бандажу по принципу «ласточкин хвост», а на другом – паз для установки наконечника 2. Быстрозъемный наконечник 2 выполнен в виде клиновидного зуба с односторонним срезом под углом 35-45°, это необходимо для снижения площади

его контакта с измельчаемым материалом, а следовательно снижения изгибающих нагрузок, действующих на зуб.

Такая конструкция зуба позволит значительно сократить время замены износившихся

элементов без снятия банджа, повысит надежность конструкции и снизит металлоемкость проведения ремонта.

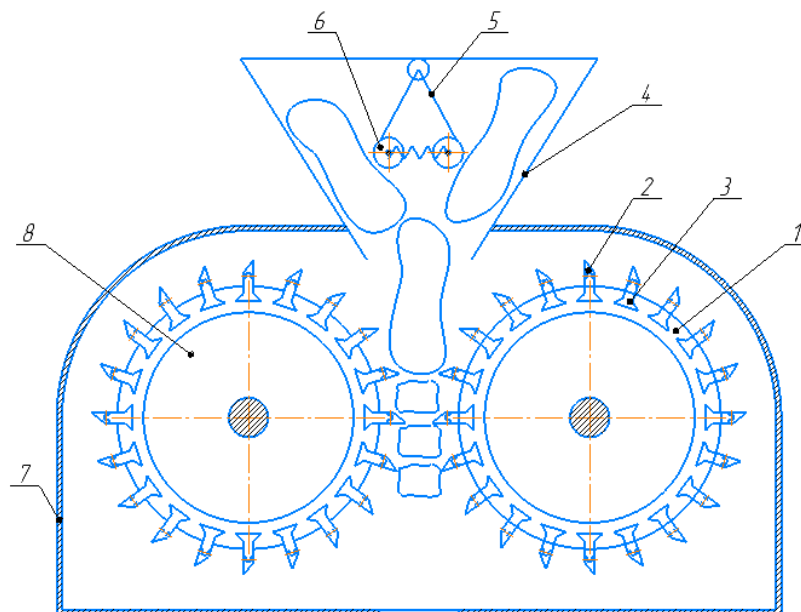


Рис. 1. Пресс-валковый агрегат с устройством для направленной подачи горных пород со сланцевой текстурой:  
 1 – ведущий валок; 2 – зубья; 3 – держатель; 4 – бункер; 5 – подвижные щеки; 6 – подпружиненные ролики;  
 7 – корпус; 8 – ведомый валок

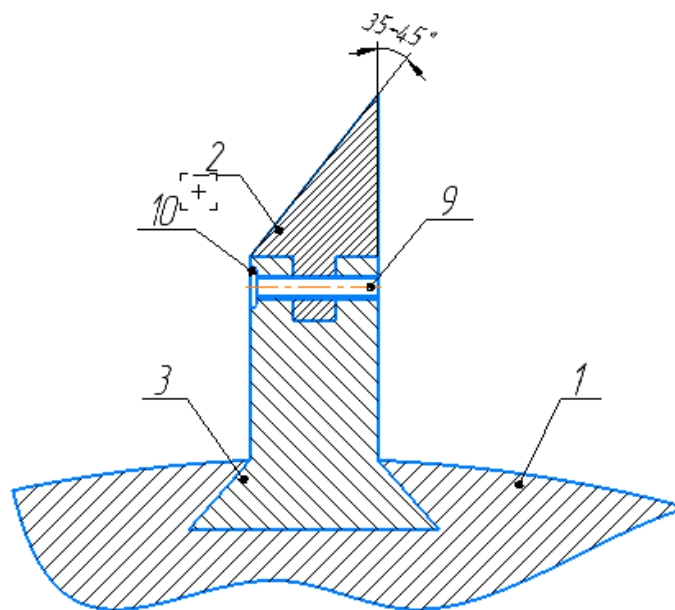


Рис. 2. Форма клиновидного зуба:  
 1 – валок; 2 – съемный наконечник; 3 – основная часть зуба

Однако для создания направленного движения сланцевых материалов к рабочим органам агрегата необходимо затрачивать усилия, отсутствие выражения для расчета которого тормозит внедрение предложенной конструкции в производство. Рассмотрим схему, позволяющую произвести расчет величины усилия необходимого

для создания направленного движения сланцевых материалов (рис. 3). Исходными данными служат: радиус ролика  $r$ , величина его смещения по горизонтали –  $L$  и вертикали –  $l$ . Величина угла уклона стенки бункера  $\alpha$ , а угол, захвата материала  $\beta$  [11-12].

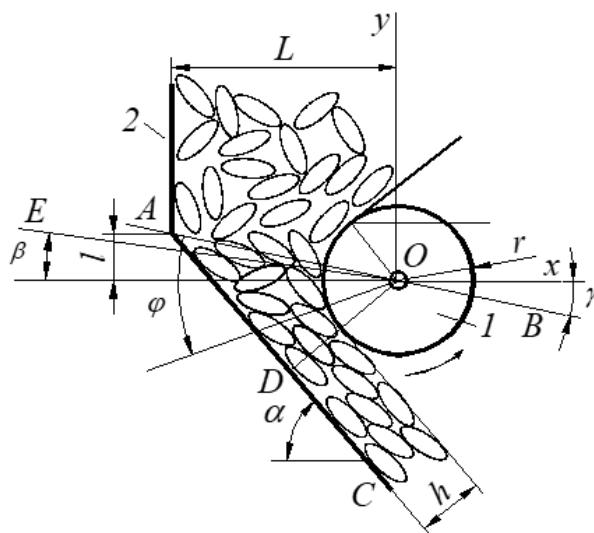


Рис. 3. Схема для определения величины усилия:  
1 – ролик; 2 – стенка бункера

Согласно рисунку 3 определим величину угла уклона линии АОВ к горизонтали  $\gamma$  по следующему выражению:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l}{L}, \quad (1)$$

Толщина слоя горной породы  $h$  вдоль луча OD, равна:

$$AO = \sqrt{L^2 + l^2} \quad (2)$$

и

$$\sin(\alpha - \gamma) = \frac{OD}{AO} = \frac{h + r}{\sqrt{L^2 + l^2}}. \quad (3)$$

Выразим из выражения (3) величину  $h$ , получим:

$$h = \sqrt{L^2 + l^2} \sin(\alpha - \gamma) - r. \quad (4)$$

Величина уплотнения материала изменяется с момента попадания его кусков на линию OE, ограниченную углом захвата ролика. Сделав предположения, что усилия, создаваемые роликом, пропорциональны величине деформации слоя, определим эту величину по мере перемещения [13-14].

Уравнение прямой в полярных координатах, можно записать в следующем виде:

$$\rho \cos(\varphi - \theta) = p, \quad (5)$$

где  $\rho, \varphi$  – полярные координаты;

$\theta, p$  – параметры.

В данном случае, когда величина угла  $\varphi$  берет свое начало от линии OA, то, его величина на этой линии равна  $\varphi = 0$ , тогда имеем:

$$\rho = OA = \sqrt{L^2 + l^2}, \quad (6)$$

при  $\varphi = \gamma + \frac{\pi}{2} - \alpha$ , получим

$$\rho = OD = r + h = \sqrt{L^2 + l^2} \sin(\alpha - \gamma). \quad (7)$$

С целью определения величины значений  $\theta, p$  выражение (4) представим в виде следующей системы:

$$\begin{cases} \sqrt{L^2 + l^2} \cos(\theta) = p \\ \sqrt{L^2 + l^2} \sin(\alpha - \gamma) \cos(\gamma + \frac{\pi}{2} - \alpha - \theta) = p. \end{cases} \quad (8)$$

Приравняв обе части уравнений и решая численно данную систему, сначала определяем значение  $\theta$ :

$$\cos(\theta) = \sin(\alpha - \gamma) \cos(\gamma + \frac{\pi}{2} - \alpha - \theta), \quad (9)$$

или

$$\cos(\theta) = \sin(\alpha - \gamma) \sin(\alpha - \gamma + \theta), \quad (10)$$

Параметр  $p$  определим из первого выражения системы уравнений (8).

Наименьшее расстояние  $p$  от оси координат до стенки бункера равно  $h + r$ , тогда имеем:

$$p = h + r. \quad (11)$$

Определим значение параметра  $\theta$ , из выражения (9):

$$\cos(\theta) = \frac{p}{\sqrt{L^2 + l^2}}. \quad (12)$$

Тогда согласно выражению (11), получим:

$$\cos(\theta) = \frac{h + r}{\sqrt{L^2 + l^2}}. \quad (13)$$

Согласно рисунку 3 получаем, что

$$\frac{h + r}{\sqrt{L^2 + l^2}} = \frac{OD}{AO} = \sin(\angle OAD) \quad (14)$$

и

$$\angle OAD = \alpha - \gamma, \quad (15)$$

отсюда,

$$\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha + \gamma. \quad (16)$$

В нашем случае уменьшение толщины слоя материала при его продвижении осуществляется от  $\rho - \Delta\rho$ , по ширине ролика изменение размера слоя не происходит [15]. Изменение  $\rho$  от угла  $\varphi$  определяем по следующей зависимости:

$$\Delta\rho(\varphi) = \rho(\beta) - \rho(\varphi), \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \Delta\rho(\varphi) &= \frac{h+r}{\sin(\alpha-\gamma+\beta)} - \frac{h+r}{\sin(\alpha-\gamma+\varphi)} = (h+r) \frac{\sin(\alpha-\gamma+\varphi) - \sin(\alpha-\gamma+\beta)}{\sin(\alpha-\gamma+\beta)\sin(\alpha-\gamma+\varphi)} = \\ &= (h+r) \frac{2\cos\left(\alpha-\gamma+\frac{\varphi+\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\varphi-\beta}{2}\right)}{\frac{1}{2}(\cos(\varphi-\beta) - \cos(2(\alpha-\gamma)+\varphi+\beta))} = \frac{4(h+r)\cos\left(\alpha-\gamma+\frac{\varphi+\beta}{2}\right)\sin\left(\frac{\varphi-\beta}{2}\right)}{(\cos(\varphi-\beta) - \cos(2(\alpha-\gamma)+\varphi+\beta))}. \end{aligned} \quad (20)$$

Полученное уравнение (20) позволяет рассчитать величину деформации слоя, осуществляемую при создании направленного движения сланцевых материалов к рабочим органам агрегата [16]. С целью изучения влияния величины угла  $\varphi$  и смещения ролика по горизонтали  $L$  и

где  $\varphi \geq \beta$ .

Из уравнения (4) получаем,

$$\rho = \frac{P}{\cos(\varphi - \theta)}, \quad (18)$$

а, с учетом уравнений (7) и (12), получим:

$$\rho = \frac{h+r}{\cos\left(\varphi - \frac{\pi}{2} + \alpha - \gamma\right)} = \frac{h+r}{\sin(\alpha - \gamma + \varphi)}, \quad (19)$$

отсюда

вертикали  $l$  на величину деформации построим графическую зависимость  $\Delta\rho(\varphi)$  от высоты  $l$ ,  $\varphi$ ,  $L$  рис.4 - 6.

Исходные данные для расчета:  $\alpha = 50^\circ$ ,  $\beta = 17^\circ$ ,  $L = 55$  см,  $r = 20$  см. Приняв коэффициент деформации, равный 1,19; 1,24; 1,29 и 1,35.

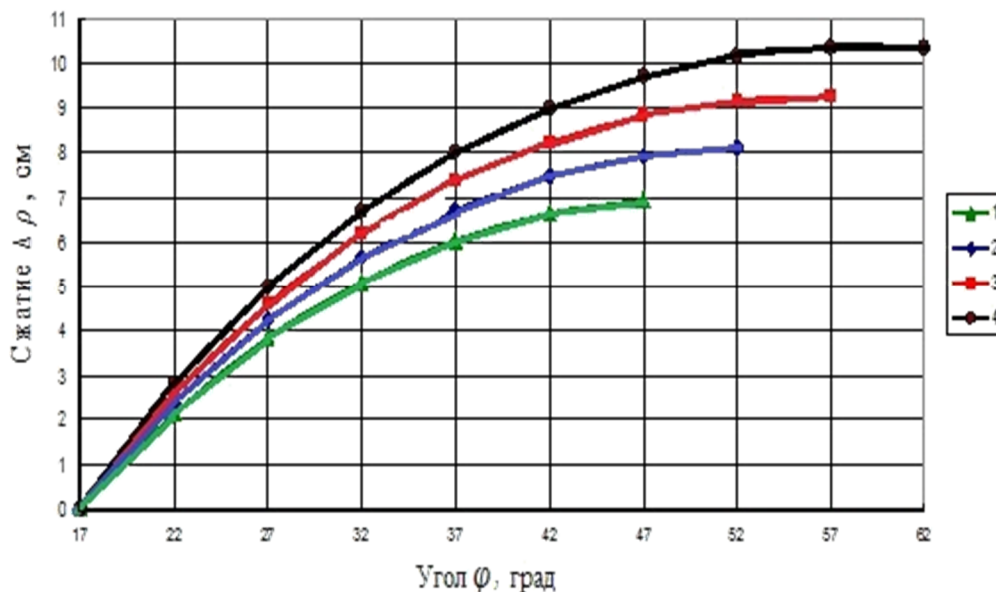


Рис. 4. Зависимость величины деформации материала от угла  $\varphi$  : 1 –  $l=10$  см; 2 –  $l=13$  см; 3 –  $l=16$  см; 4 –  $l=19$  см

Графическая зависимость  $\Delta\rho(\varphi)$  от угла наклона  $\alpha$  стенки бункера представлена на рис. 3. Исходные данные для расчета:  $\beta = 17^\circ$ ,  $l = 13$  см,  $L = 55$  см,  $r = 20$  см.

Величину распределенного усилия, приложенного к ролику, определим по следующему выражению:

$$F = \iint_{(S)} q ds, \quad (21)$$

где  $S$  – площадка, на которую действуют усилия.

В процессе деформации без разрушения частиц материала, изменение усилия происходит пропорционально уменьшению толщины слоя  $\Delta\rho$  (рис. 3). Тогда величину изменения усилия  $q$  представим в виде выражения:

$$q = \mu \Delta\rho, \quad (22)$$

где  $\mu$  – коэффициент, зависящий от свойств уплотняемого материала,  $\text{H}/\text{м}^3$ .

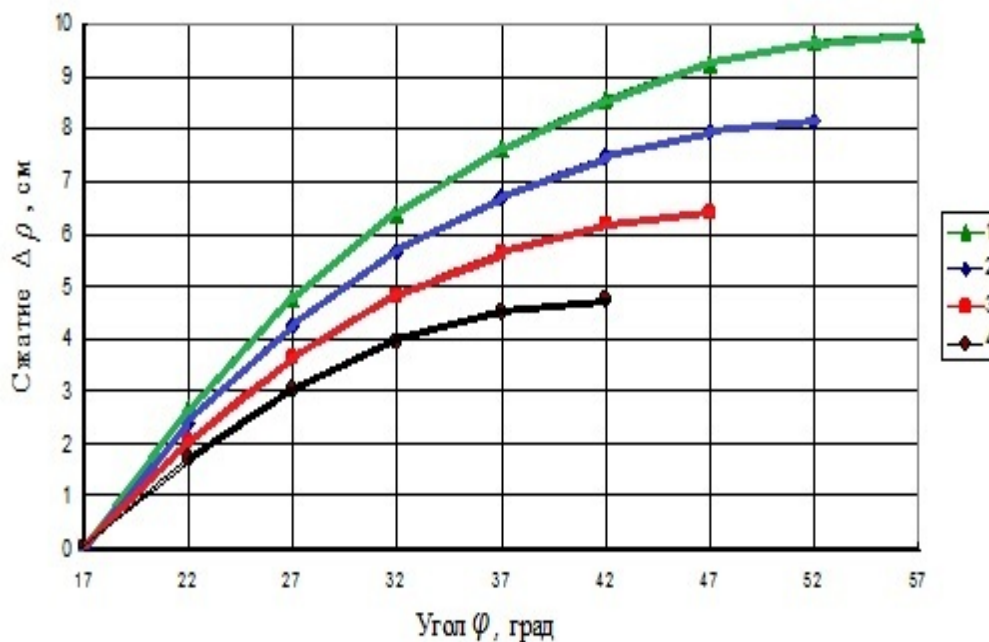


Рис. 5. Зависимость величины деформации материала с анизотропной текстурой от  $\varphi$  :

$$1 - \alpha = 45^\circ; 2 - \alpha = 50^\circ; 3 - \alpha = 55^\circ; 4 - \alpha = 60^\circ$$

**Выводы.** Таким образом, по уравнению 21 исходя из свойств материала можно определить усилие, необходимое для создания направленного движения сланцевых материалов к рабочим органам пресс-валкового агрегата [17].

В результате анализа свойств горных пород со сланцевой текстурой, обоснована необходимость, с целью получения щебня кубовидной формы, приложения усилия в заданном направлении. Проведенный анализ конструкций проектируемого и эксплуатируемого дробильного оборудования позволил установить, что эти агрегаты, применяемые в производстве щебеночных материалов не приспособлены к учету специфической текстуры дробимых пород и это не позволяет получать кубовидный щебень из сланцевых материалов [18].

Разработанная конструкция пресс-валкового агрегата включает в себя устройство для направленной подачи сланцевых материалов к его рабочим органам, которые создают направленное силовое воздействие на подаваемые куски, что позволяет получать кубовидный щебень из горных пород, имеющих сланцевую текстуру. Предложенная конструкция зуба рабочего органа, позволяет снизить действующие в процессе разрушения изгибающие нагрузки, что позволяет повысить надежность конструкции и снизить металлоемкость ремонта. Разработана математическая модель, описывающая движение сланцевых материалов в валковом устройстве и получено уравнение для расчета усилия, необходимого для создания направленного движения материалов к

рабочим органам пресс-валкового агрегата. Изучено влияние величины угла установки ролика и его смещения по горизонтали и вертикали на величину деформации слоя подаваемого материала, а следовательно, и величину энергозатрат [19–20].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romanovich A.A., Kolesnikov R.S., Romanovich M.A. Study of device for precompaction and uniform supply of materials to working bodies of aggregate // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. Pp. 42–52.
2. Romanovich A.A., Romanovich M.A., Belov A.I., Chekhovskoy E.I. Energy-saving technology of obtaining composite binders using technogenic wastes // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Pp. 12–35.
3. Романович А.А., Чеховской Е.И., Романович М.А., Апухтина И.В. Расчет мощности привода агрегата для получения кубовидного щебня // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №7. С. 111–115.
4. Романович А.А., Романович М.А., Чеховской Е.И. Расчет усилия, необходимого для создания направленного движения сланцевых материалов в пресс-валковом агрегате // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 131–135.
5. Pryshchepau M.A., Daineko V.A., Pryshchepava A.M. Substantiation of the algorithm for controlling the adjustable electric drive of roller crusher-

grinders of forage grain // Agricultural science Euro-North-East. 2020. №21(2). Pp. 183–198.

6. Lang P., Rao Q., Qi Y.L. Energy consumption analysis of single roller for disk roller crusher // Meitan Xuebao/Journal of the China Coal Society. 2013. №38. Pp. 249–255.

7. Harbold K., Reznitchenko V., Roller crusher, and method of protecting a roller crusher from uncrushable objects. Patent US, no. 8544774B1, 2013.

8. Hendrix R.L. Roller crusher with balancing cylinders. Patent US, no. 8708265B2, 2014.

9. Harbold K., Reznitchenko V., Roller crusher with cheek plates. Patent US, no. 8695907B2, 2014.

10. Yinwei Y., Kai F., Jing X. A novel control method for roll gap of roller crusher based on Fuzzy-PID with decision factor self-correction // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2020. №892. Pp. 12–19.

11. Xuemin L., Man Z., Nan H. Calculation model of coal comminution energy consumption // Minerals Engineering. 2016. № 92. Pp. 21–27.

12. Johansson M., Evertsson M. A Time Dynamic Model of a High Pressure Grinding Rolls Crusher // Minerals Engineering. 2018. №132. Pp. 27–38.

13. Сердюк Б.П., Сердюк Д.В. Основные направления совершенствования конструкций дробилок для производства кубовидного щебня // Тяжелое машиностроение. 2005. №7. С. 37–39.

14. Шуляков А.Д. О производстве высококачественного кубовидного щебня // Строительные материалы. 2017. №7. С. 56–59.

15. Андреев А.Ю., Климов В.Н. Стационарные дробильные установки для получения кубовидного щебня // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. 2017. №1. С. 110–113.

16. Бурхадт Э., Кесслер М. Применение валковых дробилок высокого давления в горноперерабатывающей промышленности // Горный журнал. 2014. №11. С. 26–30.

17. Чебаткова Е.М. Методика технологического расчета валковой дробилки // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета. 2017. №2. С. 114–116.

18. Ким В.А., Гурьянов Г.А. Определение энергоемкости процесса дробления в валковой дробилке с выпукло-вогнутой формой валков // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2017. С. 23–25.

19. Милых А.В. Структурная схема валковой дробилки как объекта управления // Развитие дорожно-транспортного комплекса и строительной инфраструктуры на основе рационального природопользования. 2009. С. 331–334.

20. Макаева А.А., Кретинина М.О. Современные технологии дорожного строительства // Композиционные строительные материалы. теория и практика. 2015. С. 89–92.

#### *Информация об авторах*

**Романович Марина Алексеевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин. E-mail: bel31rm@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Романович Алексей Алексеевич**, доктор технических наук, профессор кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин. E-mail: alexejrom@yandex.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Чеховской Евгений Игоревич**, аспирант кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин. E-mail: eichehovskoy@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Бутов Алексей Петрович**, ассистент кафедры подъемно-транспортных и дорожных машин. E-mail: eichehovskoy@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

---

*Поступила 26.10.2020 г.*

© Романович М.А., Романович А.А., Чеховской Е.И., Бутов А.П., 2020

**\*Romanovich M.A., Romanovich A.A., Chekhovskoy E.I., Butov A.P.**

*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova*

*\*E-mail: AlexejRom@yandex.ru*

## AGGREGATE FOR OBTAINING CUBE-SHAPED CRUSHED STONE

**Abstract.** *The article substantiates the need for directional supply of rocks with an anisotropic texture and applying force in a given direction in order to obtain crushed stone of a cubic shape. The list of crushing equipment used in the process of obtaining cube-shaped crushed stone is given. It has been established that the existing crushing equipment is not able to take into account the specific texture of the crushed materials and this does not allow the production of cubic crushed stone from shale materials. A description of a new design of a press-roll unit is given, which makes it possible to obtain cube-shaped crushed stone from rocks with a shale texture. The press-roll unit includes a device for the directed supply of shale materials to its working bodies, which create a force effect on the supplied pieces of rock in the required direction. A description is given of the design of the working body tooth, which makes it possible to significantly reduce the time for replacing worn elements and to reduce the bending loads acting on it. A mathematical model of the directed movement of shale materials in a roller device is considered and an equation for calculating the required force is obtained. The graphical dependences of the influence of the value of the angle of installation of the roller and its displacement horizontally and vertically on the amount of deformation of the layer of the supplied material are given.*

**Keywords:** *aggregate, press roll, PVI, shale, materials, cube-shaped crushed stone, deformation value, teeth.*

### REFERENCES

1. Romanovich A.A., Kolesnikov R.S., Romanovich M.A. Study of device for precompaction and uniform supply of materials to working bodies of aggregate. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. Pp. 42-52.
2. Romanovich A.A., Romanovich M.A., Belov A.I., Chekhovskoy E.I. Energy-saving technology of obtaining composite binders using technogenic wastes. Journal of Physics: Conference Series. 2018. Pp. 12–35.
3. Romanovich A.A., Chekhovskoy E.I., Romanovich M.A., Apukhtina I.V. Calculation of the drive power of the unit for obtaining cuboid crushed stone [Raschet moshchnosti privoda agregata dlya polucheniya kubovidnogo shchebnya]. Scientific and theoretical journal bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 7. Pp. 111–115. (rus)
4. Romanovich A.A., Romanovich M.A., Chekhovskoy E.I. Calculation of the effort required to create a directed movement of shale materials in the press roll unit [Raschet usiliya, neobhodimogo dlya sozdaniya napravlennoogo dvizheniya slancevyh materialov v press-valkovom agregate]. Scientific and theoretical journal bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 8. Pp. 131–135. (rus)
5. Pryshchepau M.A., Daineko V.A., Pryshchepava A.M. Substantiation of the algorithm for controlling the adjustable electric drive of roller crusher-grinders of forage grain. Agricultural science Euro-North-East. 2020. No. 21(2). Pp. 183–198.
6. Lang P., Rao Q., Qi Y.L. Energy consumption analysis of single roller for disk roller crusher. Meitan Xuebao. Journal of the China Coal Society. 2013. No. 38. Pp. 249–255.
7. Harbold K., Reznitchenko V., Roller crusher, and method of protecting a roller crusher from uncrushable objects. Patent US, no. 8544774B1, 2013.
8. Hendrix R.L. Roller crusher with balancing cylinders. Patent US, no. 8708265B2, 2014.
9. Harbold K., Reznitchenko V., Roller crusher with cheek plates. Patent US, no. 8695907B2, 2014.
10. Yinwei Y., Kai F., Jing X. A novel control method for roll gap of roller crusher based on Fuzzy-PID with decision factor self-correction. IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2020. No. 892. Pp. 12–19.
11. Xuemin L., Man Z., Nan H. Calculation model of coal comminution energy consumption. Minerals Engineering. 2016. No. 92. Pp. 21-27.
12. Johansson M., Evertsson M. A Time Dynamic Model of a High Pressure Grinding Rolls Crusher. Minerals Engineering. 2018. No. 132. Pp. 27–38.
13. Serdyuk B.P., Serdyuk D.V. The main directions of improving the designs of crushers for the production of cube-shaped crushed stone [Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya konstrukcij drobilok dlya proizvodstva kubovidnogo shchebnya]. Heavy engineering. 2005. No. 7. Pp. 37–39. (rus)
14. Shuloyakov A.D. About the production of high-quality cube-shaped crushed stone [O proizvodstve vysokokachestvennogo kubovidnogo shchebnya]. Construction Materials. 2017. No. 7. Pp. 56–59. (rus)
15. Andreev A.Yu., Klimov V.N. Stationary crushing plants for producing cube-shaped crushed

stone [Stacionarnye drobil'nye ustanovki dlya polucheniya kubovidnogo shchebnya]. Modern problems of the mining and metallurgical complex. Science and production. 2017. No. 1. Pp. 110–113. (rus)

16. Burkhadt E., Kessler M. Application of high-pressure roller crushers in the mining industry [Primenenie valkovykh drobilok vysokogo davleniya v gornopererabatyvayushchej promyshlennosti]. Mining journal. 2014. No. 11. Pp. 26–30. (rus)

17. Chebatkova E.M. Technological calculation method for roller crushers [Metodika tekhnologicheskogo rascheta valkovoj drobilki]. Review-competition of scientific, design and technological works of students of the Volgograd State Technical University. 2017. No. 2. Pp. 114–116. (rus)

18. Kim V.A., Guryanov G.A. Determination of the energy consumption of the crushing process in a

roll crusher with a convex-concave roll shape [Opredelenie energoemkosti processa drobleniya v valkovoj drobilke s vypuklo-vognutoj formoj valkov]. Modernization and scientific research in the transport complex. 2017. Pp. 23–25.

19. Milykh A.V. Block diagram of a roll crusher as a control object [Strukturnaya skhema valkovoj drobilki kak ob"ekta upravleniya]. Development of the road transport complex and construction infrastructure based on rational environmental management. 2009. Pp. 331–334.

20. Makaeva A.A., Kretinina M.O. Modern technologies of road construction [Sovremennye tekhnologii dorozhnogo stroitel'stva]. Composite building materials. theory and practice. 2015. Pp. 89–92.

#### *Information about the authors*

**Romanovich, Marina A.** PhD. E-mail: bel31rm@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Romanovich, Alexey A.** DSc, Professor E-mail: alexejrom@yandex.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Chekhovskoy, Evgeny I.** Postgraduate student. E-mail: eichehovskoy@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Butov Alexey P.** Assistant. E-mail: eichehovskoy@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received 26.10.2020*

#### **Для цитирования:**

Романович М.А., Романович А.А., Чеховской Е.И., Бутов А.П. Агрегат для получения кубовидного щебня // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 12. С. 151–158. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-151-158

#### **For citation:**

Romanovich M.A., Romanovich A.A., Chekhovskoy E.I., Butov A.P. Aggregate for obtaining cube-shaped crushed stone. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 12. Pp. 151–158. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-151-158