



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-95-99>  
УДК 669.1

Поступила 07.02.2021  
Received 07.02.2021

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА (СПЕЧЕННЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НОЖЕЙ) ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛЬНОЙ ФИБРЫ

Ф. М. НОВИКОВ, Ю. И. КОЗЫРЕВА, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь, ул. Промышленная, 37. E-mail: [fm.novikov@bma.iron](mailto:fm.novikov@bma.iron), тел. + 375-2334-55869

Одним из способов повышения прочности и надежности строительных конструкций считается использование сталефибробетонов. Сталефибробетон обладает значительными преимуществами по сравнению с обычным бетоном. Большая степень сопротивления трещинообразованию способствует увеличению таких физико-механических показателей, как прочность при сжатии, растяжении и изгибе, водонепроницаемость, морозостойчивость, сопротивлению к проникновению воды и химических веществ. В сталефибробетоне в качестве армирующего материала используется стальная фибра, равномерно распределенная по объему бетона.

В процессе производства стальной фибры производится ее рубка твердосплавными ножами. В статье рассмотрены вопросы повышения износостойкости твердосплавных ножей, используемых для рубки стальной фибры, предложены пути повышения стойкости режущего инструмента. Проанализировано влияние качества вольфрамкобальтового твердого сплава на износостойкость ножей, разработано устройство крепления ножей.

**Ключевые слова.** Сталефибробетон, фибра, режущий инструмент, твердый сплав, стойкость режущего инструмента.  
**Для цитирования.** Новиков, Ф. М. Пути повышения стойкости режущего инструмента (спеченных твердосплавных ножей) при производстве стальной фибры / Ф. М. Новиков, Ю. И. Козырева // Литие и металлургия. 2021. № 1. С. 95-99. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-95-99>.

## THE WAYS TO INCREASE THE DURABILITY OF CUTTING TOOLS (SINTERED CARBIDE KNIVES) IN THE PRODUCTION OF STEEL FIBER

F. M. NOVIKOV, YU. I. KOZYREVA, OJSC “BSW – Management Company of the Holding “BMK”, Zhlobin city, Gomel region, Belarus, 37, Promyshlennaya str. E-mail: [fm.novikov@bma.iron](mailto:fm.novikov@bma.iron), tel. + 375-2334-55869

One of the ways to increase the strength and reliability of building structures is the use of steel – fibre reinforced concrete. Steel – fibre reinforced concrete has significant advantages over conventional concrete. A high degree of resistance to cracking contributes to an increase in such physical and mechanical parameters as compressive, tensile and bending strength, water resistance, frost resistance, resistance to water and chemical penetration. In steel – fibre reinforced concrete, steel – fibre is used as a reinforcing material, evenly distributed over the volume of concrete.

In the process of steel – fibre production, the fiber is cut with carbide knives. The article deals with the issues of increasing the wear resistance of carbide knives used for cutting steel – fibre, and suggests ways to increase the durability of cutting tools. The influence of the quality of tungsten-cobalt hard alloy on the wear resistance of knives is analyzed, and a knife attachment device is developed.

**Keywords.** Steel-fibre reinforced concrete, fibre, cutting tool, hard alloy, cutting tool durability.

**For citation.** Novikov F.M., Kozyreva Yu.I. The ways to increase the durability of cutting tools (sintered carbide knives) in the production of steel fiber. Foundry production and metallurgy, 2021, no. 1, pp. 95-99. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-1-95-99>.

### Введение

Основной задачей развития строительной индустрии в современном мире является повышение прочности и надежности строительных конструкций с одновременным снижением затрат на строительство. Одним из перспективных направлений считается использование сталефибробетонов – композиционного материала из бетона, в котором в качестве армирующих материалов используются короткие стальные волокна, равномерно распределенные по всему объему. Фибробетон обладает значительными преимуществами по сравнению с обычным бетоном. Большая степень сопротивления трещинообразованию

способствует увеличению таких физико-механических показателей, как прочность при сжатии, растяжении и изгибе, водонепроницаемость, морозоустойчивость, сопротивлению к проникновению воды и химических веществ. Строительные конструкции из бетона с армированием из стальной фибры особенно эффективны для использования в регионах с высокой сейсмической активностью.

С развитием производства фибры появилось множество ее видов. В частности, существуют четыре способа производства стальной фибры (рис. 1).

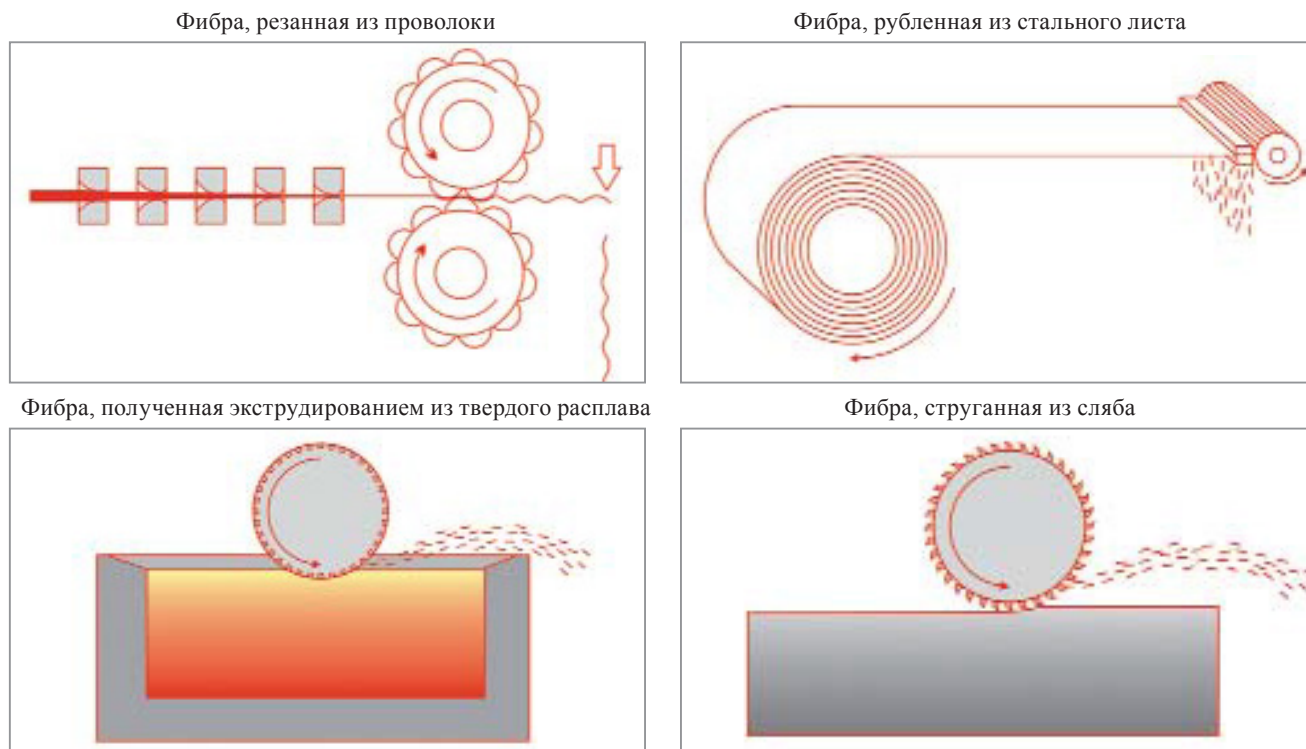


Рис. 1. Способы производства стальной фибры

Наиболее востребованной является фибра, изготовленная из стальной проволоки [1]. В условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» производится фибра анкерного, волнового и прямого профиля из проволоки диаметром 0,20–1,10 мм (рис. 2).

При производстве стальной фибры качество производимой фибры зависит от используемого режущего инструмента (твердосплавных ножей, сплавы на основе WC-Co) для рубки фибры и конструкции для рубки.

В процессе производства отмечен преждевременный выход ножей из строя из-за сколов и разрушений на рабочей части (рис. 3).



Рис. 2. Фибра стальная анкерного профиля



Рис. 3. Разрушение ножа в посадочном гнезде

В результате анализа износостойкости разрушенных ножей и ножей других производителей установлено, что качество твердосплавных ножей и износостойкость напрямую зависят от качества твердого сплава, из которого они изготовлены. Механические свойства твердого сплава, из которого изготовлен режущий инструмент, резко снижаются с увеличением пористости, в частности, снижаются прочность при поперечном изгибе, ударная вязкость, предел усталости. Аналогично влияет и увеличение содержания графит-фазы в сплаве и появление  $\eta$ -фазы WCo [2]. Графитовые включения являются концентраторами напряжений в сплавах и источниками зарождения трещин.

С целью повышения износостойкости ножей и предотвращения влияния качества твердого сплава, используемого для производства режущего инструмента, определили требования к твердому сплаву для производства ножей. Требования спецификации, разработанной на предприятии: объемное содержание пор по шкале А, В не более 02, отсутствие объемного содержания свободного углерода, шкала C00, отсутствие единичных пор свыше 25 мкм (оценка производится по ISO 4505), отсутствие  $\eta$ -фазы (оценка производится по ГОСТ 9391), отсутствие трещин.

Для увеличения стойкости ножей из твердого сплава предложено изменить конструкции крепления ножей.

Главной целью изменения конструкции крепления ножа является уменьшение влияния ударной вязкости инструмента, которая является лимитирующим свойством при производстве продукции с повышенной прочностью и преждевременным выходом из строя ножей.

На рис. 4 показаны конструкции крепления ножей.

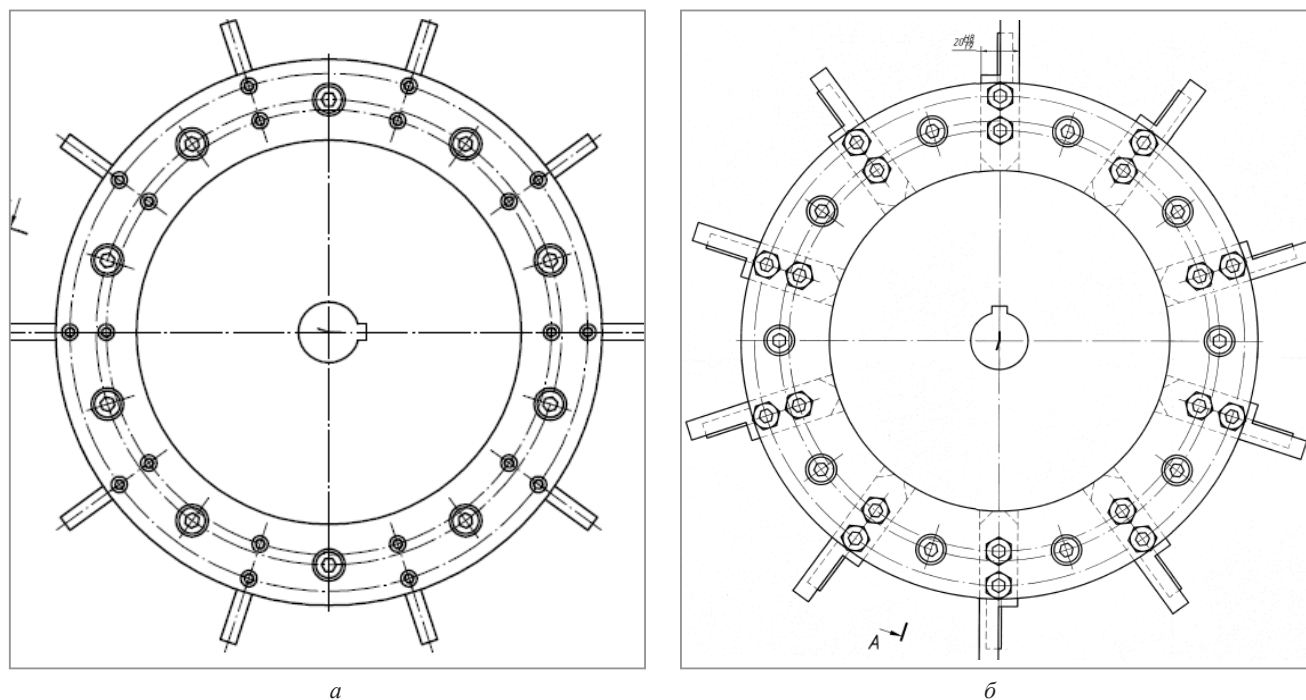


Рис. 4. Конструкции крепления ножей: *а* – крепление ножей по конструкции завода-изготовителя; *б* – крепление ножей (с адаптером) по предложенной конструкции

Для фиксации ножа по предложенной конструкции был доработан имеющийся барабан путем фрезерования посадочного отверстия под адаптер ножа (рис. 5).

Испытания проводили при производстве анкерной фибры из низко- и высокоуглеродистой проволоки диаметром 1,0 мм. Средняя стойкость режущей грани ножей составила 132 моточаса (5,8 т), что выше средней стойкости серийно используемого инструмента в 2,4 раза.

Для оценки изменения напряженного состояния произвели расчет опасного сечения в месте

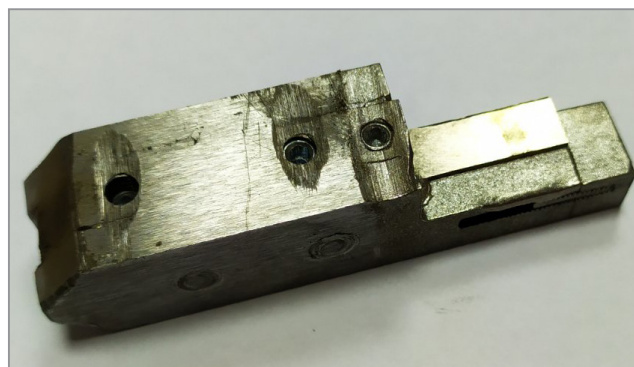


Рис. 5. Адаптер ножа

крепления ножа. Схема распределения напряжений показана на рис. 6. Это консольно-закрепленная балка с действующей изгибающей нагрузкой в месте крепления ножа к барабану.

Усилия на нож не изменяются при изменении конструкции, наиболее опасное сечение сохраняется в месте крепления ножа.

Расчет максимального напряжения от изгиба: сумма моментов относительно оси  $x$ :  $\sum X=0$ ; сумма моментов относительно оси  $y$ :  $\sum Y=A-P=0$ ; сумма моментов:  $M=PL$ .

Рассмотрим опасное сечение  $I$ : момент инерции ножа:  $I_{x1} = \frac{a_0^4}{12} = 341,333 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; момент инерции ножа с учетом ослабления сечения:  $I_{x1} = \frac{a_1^4}{12} - \frac{a_0^4}{12} = 12992 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ .

Максимальные напряжения оси изгиба в точке, наиболее удаленной от нейтрального сечения, приведены на рис. 6.

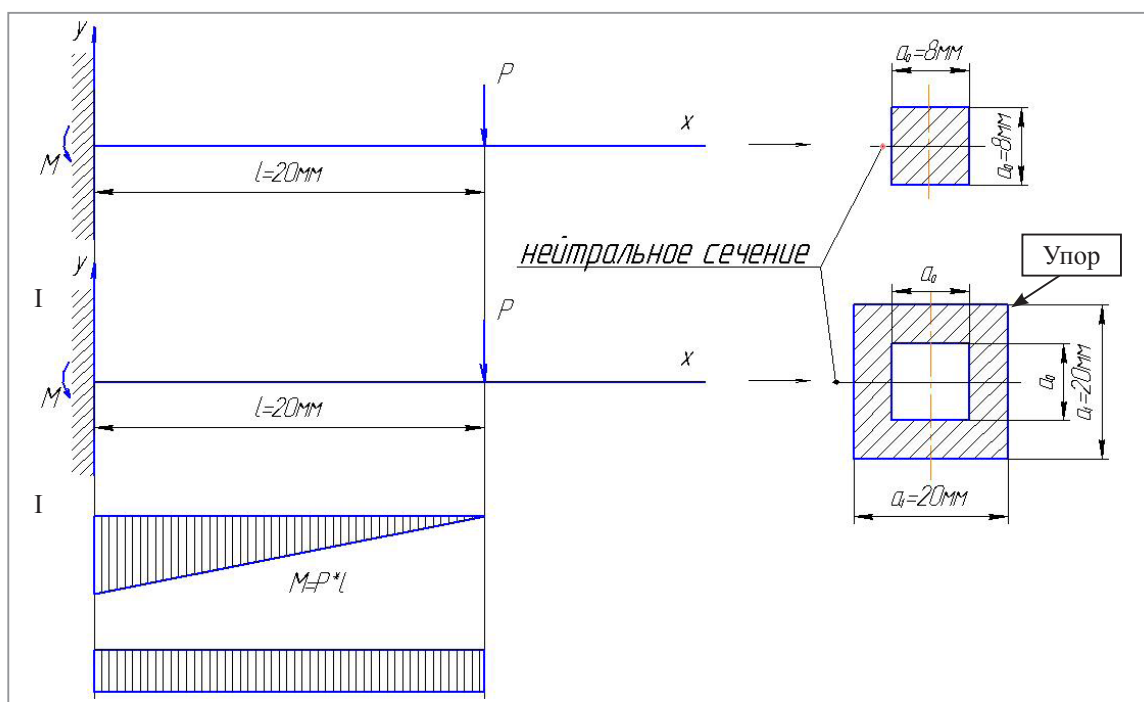


Рис. 6. Эпюры распределения нагрузки на нож

Как видно из рисунка, напряжение изгиба в месте крепления ножа до модернизации более чем в 30 раз больше, чем после модернизации.

В процессе проведения испытаний была отмечена неудовлетворительная фиксация ножа в адаптере и отсутствие возможности регулировки ножа при выставлении зазора между ножом и режущей кромкой. В связи с этим изготовлен барабан в условиях предприятия для исключения использования адаптеров под ножи, но уменьшающий напряжение в месте его крепления и в точке рубки фибры. Барабан показан на рис. 7.

В настоящее время данная конструкция проходит испытания в условиях сталепроволочного цеха при производстве анкерной фибры из двух ниток высокоуглеродистой проволоки диаметром 0,50–0,70 мм. Отметим, что средняя стойкость режущей грани ножей составила 237 моточасов (6,7 т), что выше средней стойкости серийно используемого инструмента в 2,8 раза.

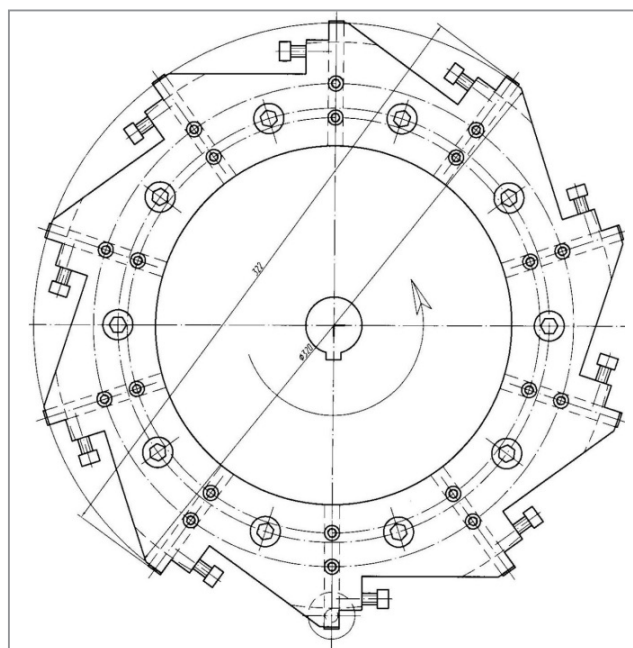


Рис. 7. Опытный барабан (с косынками)

### Выводы

С целью увеличения сроков службы режущего инструмента при производстве фибры стальной разработаны и внедрены в производство конструкция крепления ножей и опытный барабан. Изменение конструкции крепления ножа приводит к уменьшению влияния ударной вязкости инструмента и препятствует преждевременному выходу из строя ножей. Барабан изготовлен для исключения использования адаптеров под ножи и уменьшения напряжений в месте их крепления и в точке рубки фибры. Разработанные конструкции позволяют использовать ножи меньшей длины, увеличить срок службы инструмента, что приведет к снижению себестоимости выпускаемой продукции.

Для предупреждения преждевременного износа режущего инструмента необходимо контролировать качество вольфрамокобальтового твердого сплава, из которого изготовлены ножи: отсутствие η-фазы, отсутствие свободного углерода, объемное содержание пор по шкале А, В не более 02, отсутствие трещин.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Миляева, Т.** Фибра: от идеи до наших дней // Метизы. 2007. № 3(16).
2. **Панов, В. С., Чувилин, А. М.** Технология и свойства спеченных сплавов и изделий из них. М.: МИСиС, 2001. 428 с.

### REFERENCES

1. **Miljaeva T.** Fibra: ot idei do nashih dnei [Fiber: from the idea to the present day], *Metizy = Hardware*, 2007, no. 3(16).
2. **Panov V.S., Chuvilin A.M.** *Tehnologija i svojstva spechennyh splavov i izdelij iz nih* [Technology and properties of sintered alloys and their products]. Moscow, MISiS Publ., 2001, 428 p.