

с пределом прочности при поперечном изгибе $\sigma_{\text{А}}^{\text{Б}}$ — 1 725,2...2 350,9 МПа и прогибом в диапазоне 0,48...0,67 мм; 6ХВ2С с пределом прочности при поперечном изгибе $\sigma_{\text{А}}^{\text{Б}}$ — 1 959,9...2 445,9 МПа и прогибом в диапазоне 0,54...0,79 мм.

Заключение. Рубильные ножи подвергаются большим ударным нагрузкам и поэтому должны обладать оптимальными сочетанием твёрдости и вязкости. Заданный уровень твёрдости можно получить с помощью дисперсионного твердения или в результате мартенситного превращения. Для этого стали должны быть легированы элементами, имеющими большее химическое сродство к углероду, чем железо (например, Mn, Cr, Mo, W, V, Ti, Nb и др.), что позволяет образовать в них соответствующие карбиды.

Исследования показали, что применение ВТМО повышает механические свойства практически всех опытных образцов по сравнению с обычной термообработкой. Однако для принятия решения о практическом применении ВТМО при изготовлении рубильных ножей необходимо соотносить стоимость ВТМО и реально получаемую стойкость ножей. Возможно, для некоторых конструкций ножей целесообразно применять ВТМО, а для других — достаточно ограничиться обычной ТО.

Список цитируемых источников

1. Алифанов, А. В. Влияние ТМО на механические свойства инструментальных сталей, применяемых при изготовлении ножей для рубки технологической щепы / А. В. Алифанов, А. М. Милукова, В. В. Цуран // Литье и металлургия. — 2013. — Вып.1(69). — С. 127—131.
2. Методы механических испытаний композиционных материалов с полимерной матрицей (композитов) : ГОСТ 25.604-82. — Введ. 01.01.1984. — М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1984. — 7 с.
3. Металлы. Методы испытания на изгиб : ГОСТ 14019—80. — Введ. 01.07.1980. — М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1980. — 8 с.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 621.715.2

А. В. Алифанов¹, доктор технических наук, доцент, А. М. Милукова², кандидат технических наук, В. В. Цуран¹

¹ Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

² Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси», Минск

АНАЛИЗ НОМЕНКЛАТУРЫ, ХИМИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОЖЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РУБИТЕЛЬНЫХ МАШИНАХ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛАРУСИ

Представлены результаты анализа номенклатуры, исследования химического состава и механических свойств зарубежных ножей. Наиболее подходящие марки сталей для изготовления ножей — это высоколегированные российские стали. Рубильные ножи, изготавливаемые из них, должны иметь оптимальное соотношение твёрдости и вязкости для обеспечения высоких эксплуатационных характеристик ножей, работающих в условиях ударных нагрузок.

Ключевые слова: высоколегированная сталь, механические свойства, рубильные ножи, химический состав, вязкость, твёрдость, прочность.

The article presents the results of analysis of the nomenclature, the study of the chemical composition and mechanical properties abroad-tion knives. The most suitable grades for the manufacture of knives — a high-alloy steel Russian. Chipper knives, made from such steels should have an optimum balance of stiffness and toughness for high-Operational characteristics of the blades operating under shock loads.

Key words: steel, high mechanical properties, chipping blades, chemical composition, viscosity, hardness, strength.

Введение. По количеству лесов, покрывающих территорию страны, Беларусь занимает одно из первых мест в Европе. Этим определяется и высокое развитие деревообрабатывающей отрасли промышленности в республике: производство мебели, столярных, специальных изделий и т. д. Однако ещё лет 25...30 тому назад различные отходы дерево- и лесопереработки (опилки, некондиционные куски) вывозились с предприятий в определённые места и сжигались. Учитывая опыт развитых европейских стран, в Беларуси было принято решение организовать из отходов деревообрабатывающей промышленности производство целлюлозы, используемой для производства бумаги, а также деревостружечных и древесноволокнистых плит и других специальных изделий. Всё оборудование для такого производства (рубильные машины) закупалось за рубежом (Россия, Чехия, Швеция, Германия). Режущими инструментами для этих машин являются рубильные ножи, изготавливаемые из высококачественных сталей и имеющие, соответственно, немалую стоимость.

По решению Правительства Республики Беларусь в Государственном научном учреждении «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» и учреждении образования «Барановичский государственный университет» проводятся работы по созданию импортозамещающей отечественной технологии изготовления рубильных ножей и освоению их производства на филиале ОАО «Атлант» — БЗС (Барановичи).

В соответствии с этим заданием необходимо было провести аналитические исследования номенклатуры, химических и механических свойств ножей зарубежного производства, применяемых на отечественных деревообрабатывающих предприятиях.

Основная часть. Для переработки разного по виду сырья (дров, кусковых отходов лесопиления, карандашей, фанерного производства, обрезков деревообрабатывающих производств и др.) применяют рубильные машины. Щепа в них получается в результате резания древесины инструментом в продольно-торцово-поперечном, продольно-торцовом, поперечно-торцовом и других направлениях. Получаемые древесные частицы (щепа) имеют сравнительно большую толщину (до 10 мм), поэтому такой способ резания получил название «рубка щепы», а применяемое для этой цели оборудование — рубильные машины.

В настоящее время на 15 деревообрабатывающих предприятиях концерна «Беллесбумпром» используется большое количество (более 50) разнообразных рубильных машин. Данная техника оснащается ножами различных конструкций.

Рубильные машины для производства технологической щепы в зависимости от типа рабочего органа (механизма резания) делятся на следующие группы: дисковые (рабочий орган выполнен в виде плоского или профильного (геликоидального) диска с закреплёнными ножами); барабанные (рабочий орган которых выполнен в виде барабана с ножами на внешней поверхности: машины с рабочим органом в виде цилиндра; машины с рабочим органом в виде конуса; машины с рабочим органом в виде двух конусов, расположенных на одной оси и соединённых друг с другом вершинами).

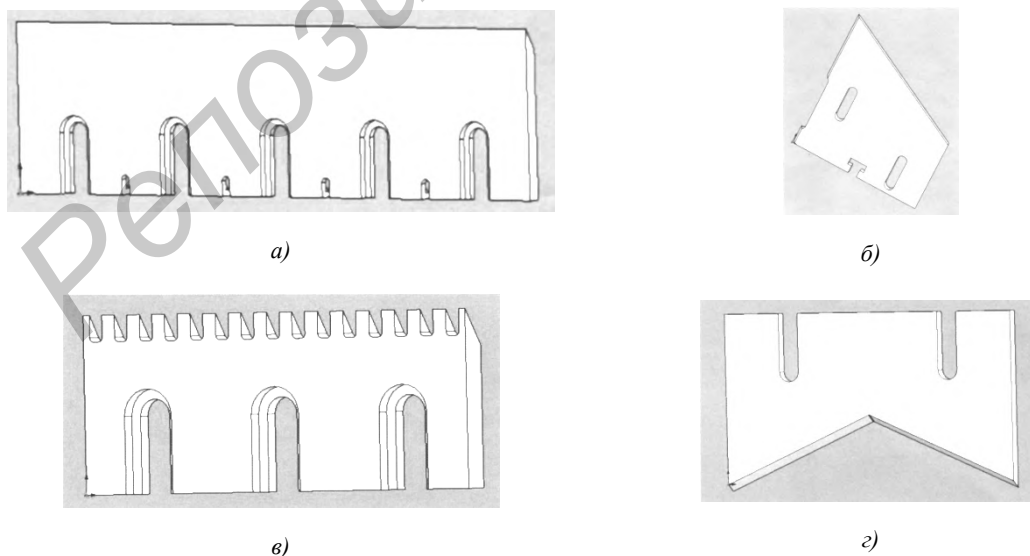
Различные типы рубильных машин оснащаются ножами разных конструкций.

В России Горьковский (Нижегородский) металлургический завод (с 2011 года совместное предприятие России и Германии NMZ GEDUMEX) изготавливает режущие ножи (рисунок 1) для рубильных машин российского производства по техническим условиям ТУ 14-1-2082 [1], в которых заложены невысокие требования к твёрдости поверхности ножа.

Конструктивные особенности ножей рубильных машин определяются размерами по толщине, ширине и длине, а также наличием отверстий или пазов для крепления ножа к рабочему органу машины. Приведён эскиз плоского ножа для рубки щепы с прямой кромкой (рисунок 2).

Более высокое качество ножей определяет ГОСТ 17342-81 «Ножи для рубильных машин. Технические условия» [2].

Ножи для рубки щепы также производят следующие предприятия в России: «Станкодеталь» (Санкт-Петербург), ООО «БайкалИнструментЛес» (Иркутск), ООО «Инструмент-центрНН» (Нижний Новгород), ООО ПТЦ «ПРОМИН» (Нижний Новгород).



а — ГМЗ № Н-1453; б — ГМЗ № Н-1913; в — ГМЗ № Н-5233; з — ГМЗ № Н-4971

Рисунок 1 — Ножи производства NMZ GEDUMEX (Россия) для рубильных машин (Россия)

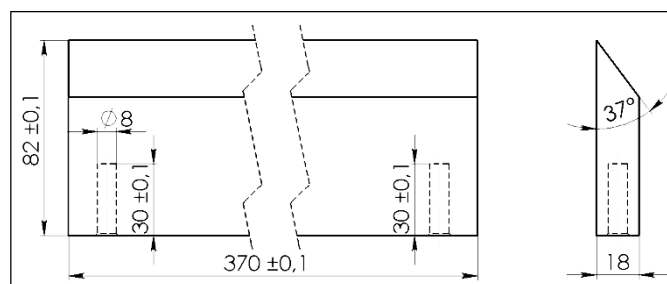


Рисунок 2 — Нож плоский с прямолинейной режущей кромкой

В настоящее время одним из крупнейших производителей рубильных ножей в Европе является чешская фирма PILANA TOOLS KNIVES. Ежегодно там выпускается инструмента на 10 млн евро. В качестве примера представлено несколько эскизов ножей (рисунок 3), которые производятся для рубильных машин Bruks (Швеция).

Анализ номенклатуры ножей для рубильных машин, используемых на предприятиях концерна «Беллесбумпром», показал, что конструкция и типоразмеры ножей напрямую зависят от используемого оборудования. Габаритные размеры ($L \times H \times S$), сильно колеблются: L составляет 40...930 мм, H — 40...360 мм, S — 4...25 мм. Количество ножей в комплекте достигает 82 шт. Виды крепежа на рабочем органе (барабане, диске) определяют конструктивные особенности ножа (отверстия, режущие кромки). Твёрдость режущей кромки различных ножей колеблется в пределах HRC 54...60.

Т а б л и ц а 1 — Химический состав импортных сталей

Страна-изготовитель	Химический состав стали, %							
	C	Mn	Si	Cr	W	Ni	V	Mo
Финляндия	0,50	0,30	0,90	8,50	1,42	0,21	0,28	1,30
Австрия	0,53	0,26	0,75	8,30	1,14	0,12	0,12	1,21
Чехия	0,60	0,47	1,09	8,50	—	0,30	—	0,71
Япония	0,70	0,70	0,80	7,00	—	—	—	1,00

Производители ножей, естественно, патентуют свои изделия и способы их получения, которые являются ноу-хау.

Для производства ножей для рубки, дробления древесных отходов и других материалов применяются стали, обладающие как высокой твёрдостью, так и высокой вязкостью для предотвращения скалывания и поломки ножа при ударных нагрузках.

В настоящее время за рубежом для производства ножей для рубильных и стружечных машин разработана специальная сталь chipper (DIN1.3355, 1.3343, 1.2379, 1.2631, 1.2362) (Германия), которая обеспечивает твёрдость режущей кромки 52...58 HRC.

Эти сложеннолегированные специальные стали близки по химическому составу, но обладают различным содержанием вольфрама и молибдена, имеют высокое содержание хрома и небольшие добавки ванадия и никеля (таблица 1).

Для изготовления ножей рубильных машин в России используется качественная сталь по ГОСТ 1435-99 [4], легированная инструментальная сталь по ГОСТ 5950-2000 [5] глубокой прокаливаемости, сталь для штампового инструмента, для ударного инструмента и шарикоподшипниковая сталь.

Формоустойчивость, твёрдость, вязкость и теплостойкость высоколегированных и высококачественных сталей при соответствующей термообработке обеспечивается введением определённых легирующих элементов, таких как хром, кремний, марганец, молибден, ванадий и других с общим содержанием легирующих элементов свыше 5,5%. Окончательные свойства стали определяются совместным действием всех легирующих элементов.

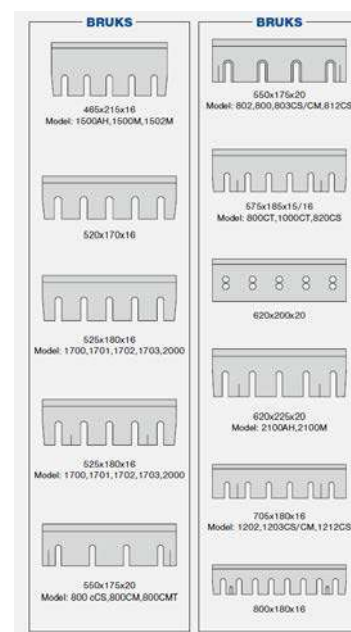


Рисунок 3 — Рубильные ножи для рубки щепы производства Pilana (Чехия) для рубильных машин Bruks (Швеция) [3].

Известно [6], что при уменьшении содержания углерода (C) уменьшается твёрдость, также уменьшается склонность к хрупкому разрушению, повышается ударная вязкость. Кремний (Si) способствует сохранению малого зерна при нагреве, увеличивает прокаливаемость. В сочетании с алюминием снижает кислород в стали. Марганец (Mn) повышает прокаливаемость и ударную вязкость. Особенно это хорошо проявляется совместно с никелем. При сочетании Mn с Mo образуется мелкодисперсная структура при закалке и увеличивается твёрдость по сечению ножа. Хром (Cr) увеличивает прочность, образуя карбиды, и работает в сочетании с C, Ni, Ti, V и Mo. Молибден (Mo) влияет на теплостойкость, заменяет W и в сочетании с Cr повышает прокаливаемость. Ванадий (V) улучшает равномерность распределения химических элементов. Также введение ванадия совместно с алюминием и азотом приводит к изменению природного зерна до 9...12 баллов за счёт образования дисперсных частиц карбонитридов ванадия и нитридов алюминия. Для уменьшения стоимости стали нужно стремиться к уменьшению содержания V. Вольфрам (W) влияет на теплостойкость и вместе с Ni увеличивает ударную вязкость, а с Cr повышает прокаливаемость. Mo и W взаимозаменяемы по соотношению $Mo = W/2$.

При выборе марки стали предполагается наличие определённой связи между её свойствами и показателями работоспособности инструмента. Важно установить соответствие механических свойств стали основным показателям: работоспособности инструмента, технологическим свойствам, форме и способу изготовления инструмента (штампующесть, обрабатываемость), стоимости и дефицитности материала (стали).

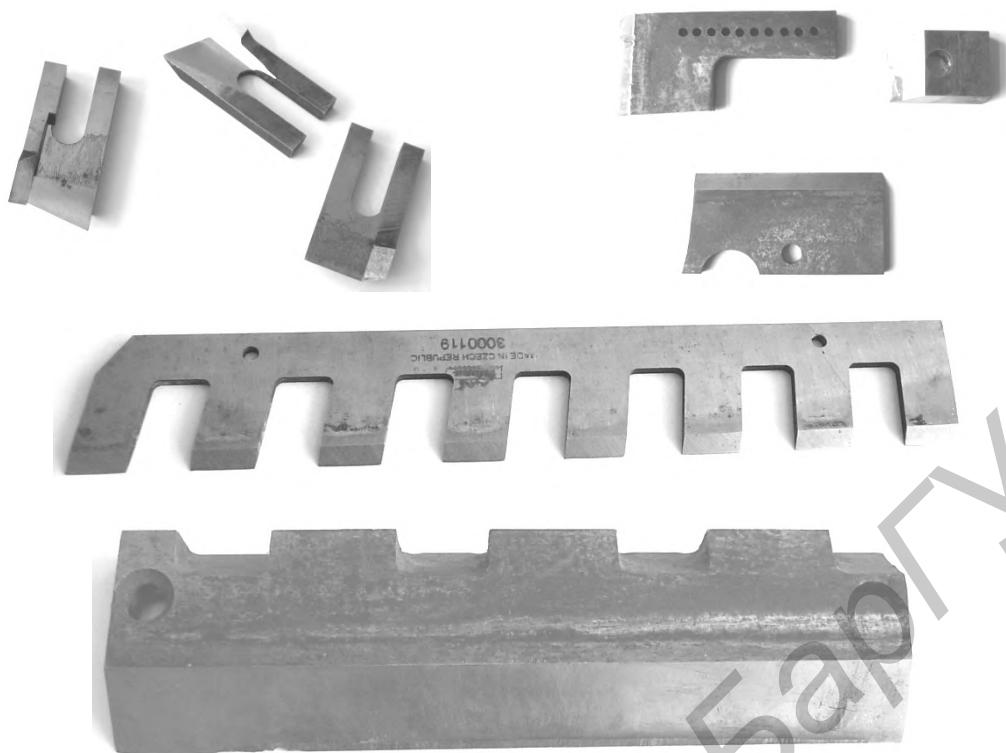
Ножи российского производства (ООО «СТАРКРАНД», ЗАО «СИМ», «Сервис-СТМ», Москва; ООО «Туллэнд», Химки; «Станки и инструменты», С.-Петербург и др.) из стали марок 6ХС, 6ХВ2С, 55Х7В3СМФ и 55Х6В3СМФ, прошедшие специальную, ступенчатую термическую обработку, должны обладать оптимальным сочетанием твёрдости, прочности и вязкости, исключающим неравномерный прогрев и отпускную хрупкость.

На деревообрабатывающих предприятиях Республики Беларусь (ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Минскдрев», ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев», ОАО «Барановичдрев», ОАО «ФандОК», ОАО «Витебскдрев», ЗАО «Молодечномебель» и др.) подобраны образцы (20 шт.) отработавших рубильных ножей импортного производства (Германия, Чехия, Иран, Россия) для рубильных машин, используемых при получении технологической щепы (рисунок 4).



a — Германия; *б* — Иран; *в* — Россия; *г* — Чехия

Рисунок 4 — Образцы отработавших ножей для рубки щепы импортного производства



г)

Рисунок 4 — Продолжение

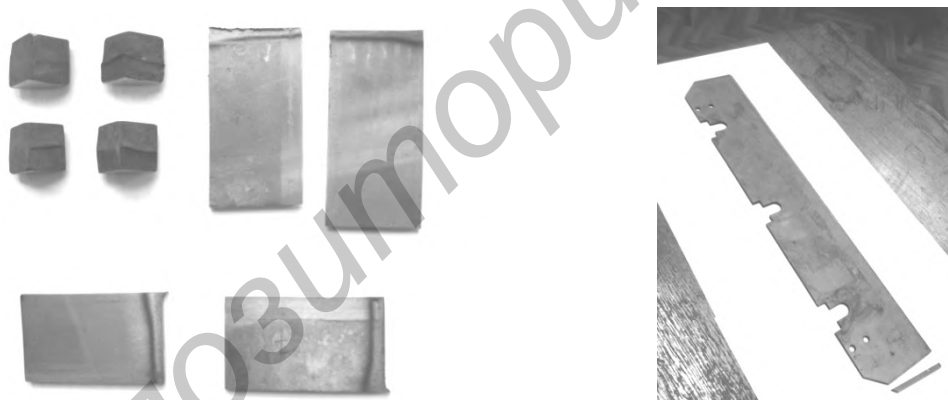


Рисунок 5 — Образцы, вырезанные из отработавших ножей импортного производства

Из полученных ножей методом электроэрозионной резки вырезаны образцы (рисунок 5) для изготовления шлифов для металлографических исследований. Проведён химический анализ изготовленных образцов и установлены марки стали, из которых они изготовлены. Исследованы механические свойства образцов (твёрдость, ударная вязкость) по стандартным методикам [7; 8] в организации-соисполнителе — учреждении образования «Барановичский государственный университет».

Твёрдость в основном зависит от содержания углерода, дисперсионного твердения, количества остаточного аустенита и др. Таким образом, задаваемая твёрдость может быть достигнута с помощью оптимизации химического состава, термообработки (закалка в зависимости от балла зернистого перлита), правильного выбора температуры и продолжительности отпуска.

Твёрдость является важнейшей характеристикой инструментальных сталей, однако не всегда следует добиваться её очень высоких значений, поскольку при росте твёрдости повышается хрупкость и снижается вязкость металла, что приводит к уменьшению прочности изделия. При высокой вязкости в сочетании с высокой прочностью предупреждается образование сколов (выкрашивание) и трещин. На вязкость сталей, помимо термообработки, существенно изменяющей структуру, важное влияние оказывает технология изготовления, а также способ выплавки и горячего деформирования. Стали,

не обладающие достаточной вязкостью, нельзя использовать для изготовления инструмента, работающего при значительных динамических нагрузках (например, при рубке мёрзлой древесины).

Выводы. Анализ номенклатуры ножей для рубительных машин, работающих на предприятиях концерна «Беллесбумпром», показал, что конструкция и типоразмеры ножей напрямую зависят от используемого оборудования. Габаритные размеры ($L \times H \times S$) находятся в пределах: L составляет 40...930 мм, H — 40...360 мм, S — 4...25 мм. Установлено, что импортные ножи (PILANA, NMZ GEDUMEX и др.) изготавливаются из высоколегированных сталей, содержащих вольфрам, молибден, хром и небольшие добавки ванадия и никеля (DIN1.3355, 1.3343, 1.2379, 1.2631, 1.2362 и др.). Твёрдость ножей находится в пределах 52...60 HRC. Увеличивать твёрдость до более высоких значений нецелесообразно, так как увеличивается хрупкость режущей кромки и уменьшается её стойкость к ударным нагрузкам.

Список цитируемых источников

1. Ножи рубильные. Типы и основные параметры : ТУ 14-1-2082. — Введ. 01.01.1974. — М. : ВНИИТИ, 1974. — 10 с.
2. Ножи для рубительных машин. Технические условия : ГОСТ 17342-81. — Введ. 11.03.1981. — М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. — 8 с.
3. Промышленные ножи. Каталог PILANA [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.pilana.com/ru/>. — Дата доступа: 15.04.2014. — Загл. с экрана.
4. Прутки, полосы и мотки из нелегированной стали. Общие технические условия : ГОСТ 1435-99. — Введ. 01.09.2001. — Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — Минск : [б. и.], 2001. — 21 с.
5. Прутки, полосы и мотки из инструментальной стали. Общие технические условия : ГОСТ 5950-2000. — Введ. 01.01.2002. — Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. — Минск : [б. и.], 2002. — 40 с.
6. Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин [и др.] — М. : Машиностроение, 1989. — 640 с.
7. Металлы. Метод измерения твёрдости по Роквеллу : ГОСТ 9013-59. — Введ. 01.01.1969. — М. : Гос. ком. СССР по стандартам, 1989. — 11 с.
8. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах : ГОСТ 9454-78. — Введ. 01.01.1979. — М. : ИПК : Изд-во стандартов, 1989. — 9 с.

Материал поступил в редакцию 08.09.2014 г.

УДК 621.867.1

В. Ф. Барышников, кандидат технических наук, доцент, **И. Л. Канцелярчик**
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МОДЕРНИЗАЦИЯ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ СБОРА И ТРАНСПОРТИРОВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУЖКИ

Предложенная конструкция позволяет значительно повысить надёжность работы транспортера и улучшить его эксплуатационные характеристики.

Ключевые слова: конвейер, штанга, скребок, механизация, подъём, опускание.

The proposed design can significantly improve the reliability of the conveyor and improve its performance.

Key words: conveyor, bar, scraper, mechanization, ascent, lower.

Введение. В механических (механосборочных) цехах грузовые потоки движения материалов, заготовок и т. п., а также отходов производства (стружки) осуществляются в соответствии с последовательностью хода производственного процесса. Сбор и удаление стружки с участка или из цеха — наименее механизированный технологический процесс; в поточных технологических линиях цехов это недопустимо.

Основная часть. Перемещение грузов в цехах осуществляется различными транспортными средствами. Для сбора и транспортирования стружки от станков и на участках применяются конвейеры непрерывного и прерывистого (дискретного) действия. Для транспортировки стружки к местам сбора и её переработки применяют чаще всего системы из ленточных конвейеров на расстоянии 70...100 м и более.

Для перемещения стружки внутри цеха применяются конвейеры прерывистого действия: винтовые, вибрационные и штанговые. Наиболее удобным в эксплуатации является винтовой конвейер с одним винтом или двумя шнеками. Однако шнековый конвейер довольно металлоёмкий. Вибрационные конвейеры используют в тех случаях, когда затруднительно перемещать стружку другими способами (например, из-за её сцепляемости с поверхностью). Основным недостатком указанных конвейеров является возможность вибрации соседних металлорежущих станков.

Для сбора и удаления стружки на участке обычно используют скребковые штанговые конвейеры, совершающие возвратно-поступательное движение в жёлобе. На штанге на горизонтальных осях