

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
И ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ РЕЗАНИЯ
ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА**

Методические указания
к выполнению учебно-исследовательской лабораторной работы
для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»

Новополоцк
2017

УДК 621.7(075.8)

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией факультета машиностроения и автомобильного транспорта в качестве методических указаний (протокол № 12 от 26.12.2016)

Кафедра технологии и оборудования машиностроительного производства

АВТОРЫ:

Н. Н. Попок, А. И. Костюченко, А. В. Сидикевич, Г. И. Гвоздь

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. техн. наук, проф. каф. технологии и оборудования машиностроительного производства А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ;
канд. техн. наук, доц. каф. технологии и оборудования машиностроительного производства А. М. ДОЛГИХ

Цель работы

1. Изучить конструкцию станка.
2. Освоить настройку станка.
3. Исследовать зависимость мощности резания от параметров режима резания, геометрии реза и вида заготовки.

Оборудование и материальное обеспечение

1. Станок ленточнопильный консольный полуавтомат модели «PEGAS» 250x315 SHI-LR.
2. Ленточные полотна с различными шагами зубьев.
3. Заготовки проката \varnothing 50–100 мм длиной не менее 250 мм из конструкционной (сталь 45) и коррозионностойкой сталей (12X18H10T).
4. Расходные материалы (смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС)), ветошь).
5. Клещи токовые.
6. Штангенциркуль.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с конструкцией станка.
2. Произвести настройку станка в соответствии с заданием.
3. Произвести разрезку заготовок.
4. Произвести измерения мощности резания.
5. Выполнить расчеты зависимости мощности резания от параметров режима резания.

Содержание отчета

1. Название, цель работы.
2. Описание конструкции станка и его основных узлов.
3. Описание органов управления.
4. Исходные данные для проведения эксперимента.
5. Результаты измерений.
6. Расчеты.
7. Выводы.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Назначение и область применения станка

Полуавтомат ленточнопильный гидравлический модели «PEGAS» 250x315 SHI-LR (рис. 1) предназначен для резки заготовок в единичном и мелкосерийном производстве. Станок позволяет производить резку широкого спектра материалов, включая конструкционные, нержавеющие и инструментальные стали, цветные металлы и сплавы. Станок предназначен для резки заготовок сплошного и профильного сечений (трубы круглые, квадратные и прямоугольные) как перпендикулярно, так и под углом (от 45° влево до 60° вправо).

2. Технические характеристики

| | |
|---|----------------|
| Полотно | 2825x27x0,9 |
| Ширина резки | 1,2 мм |
| Скорость полотна | 37/74 м/мин |
| Электрооборудование | 3x400 В, 50 Гц |
| Потребляемая мощность главного электродвигателя | 0,75/1,1 кВт |
| Насос СОЖ | 0,045 кВт |
| Гидравлика | 0,44 кВт |
| Общая потребляемая мощность станка | 1,64 кВт |
| Вес станка | 420 кг |

Параметры резки

| Угол реза, град. | 0 | 45 | 60 | 45 (влево) |
|------------------|---------|---------|---------|------------|
| Диаметр, мм | 250 | 190 | 120 | 170 |
| АxВ, мм | 290x200 | 190x140 | 120x140 | 170x70 |
| АxВ, мм | 290x200 | 180x200 | 130x140 | 110x200 |

Габаритные размеры

| Длина | Ширина | Высота max | Высота min | Высота стола |
|-------|--------|------------|------------|--------------|
| 1550 | 750 | 1870 | 1420 | 970 |

Сведения о приводах

| | Модель | Номинальная мощность, кВт | Номинальное напряжение, В | Номинальный ток, А | Обороты, мин ⁻¹ |
|-----------------|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|----------------------------|
| М1 – полотно | MS90L-4/8 | 0,75/1,1 | 380 | 2,53/3,5 | 680/1420 |
| М2 – СОТС | TSC-45 | 0,045 | 380 | 0,19 | 2800 |
| М3 – гидравлика | МААL 71-14F85-4А | 0,44 | 380 | 1,13 | 1680 |

3. Основные узлы станка

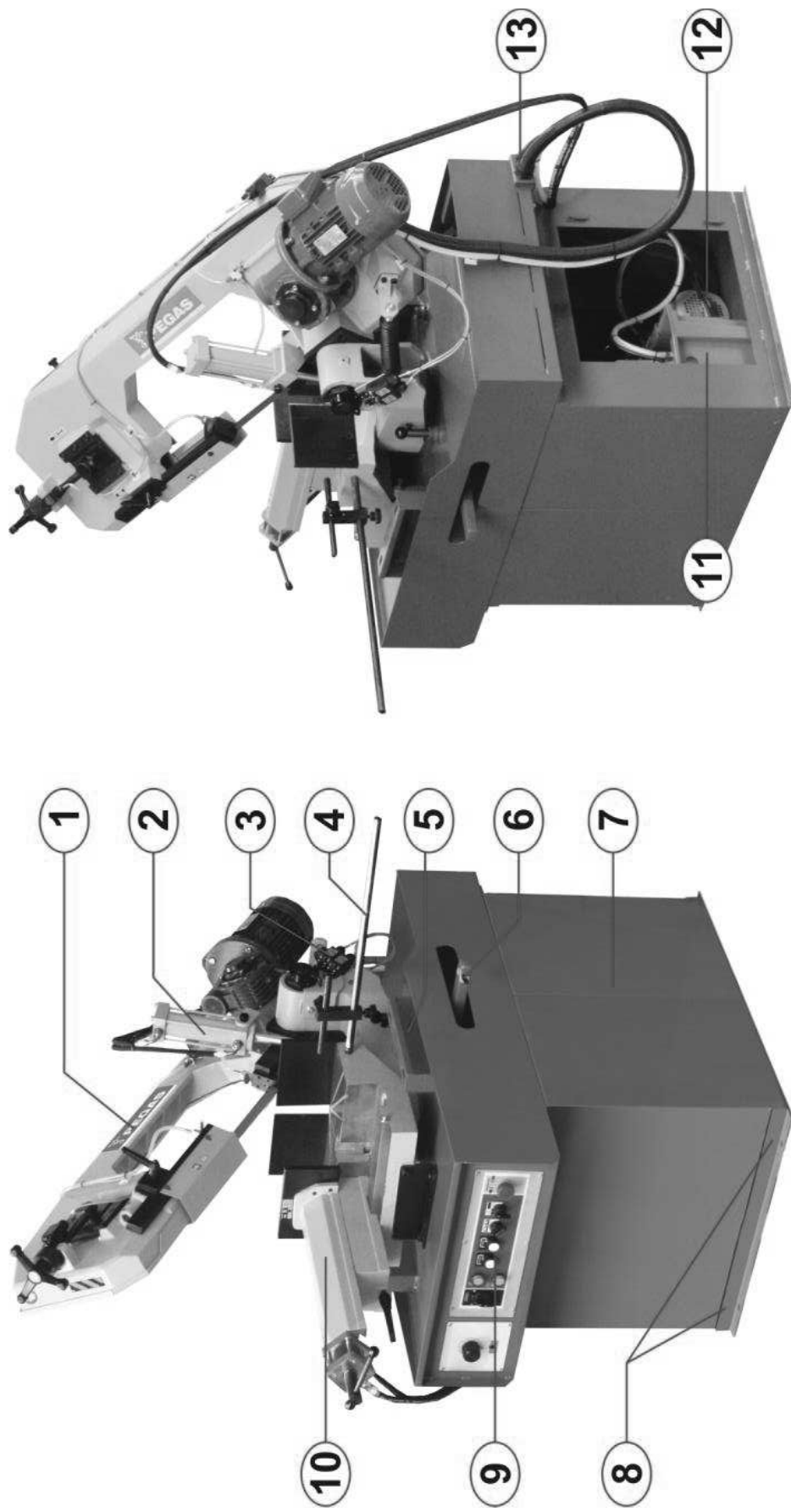


Рис. 1. Общий вид полуавтомата ленточнопильного гидравлического модели «PEGAS» 250x315 SHI-LR

1. Консоль станка.
2. Гидравлический цилиндр.
3. Кулачок настройки рабочих положений консоли.
4. Механический упор с линейкой.
5. Консоль для присоединения рольганга к пиле.
6. Рычаг фиксации поворотной доски.

После его ослабления можно поворачивать консоль.

7. Станина станка.
8. Крепежные отверстия.
9. Панель управления.
10. Тиски короткого хода, управляемые гидравликой (рис. 2).

Фиксируют материал.

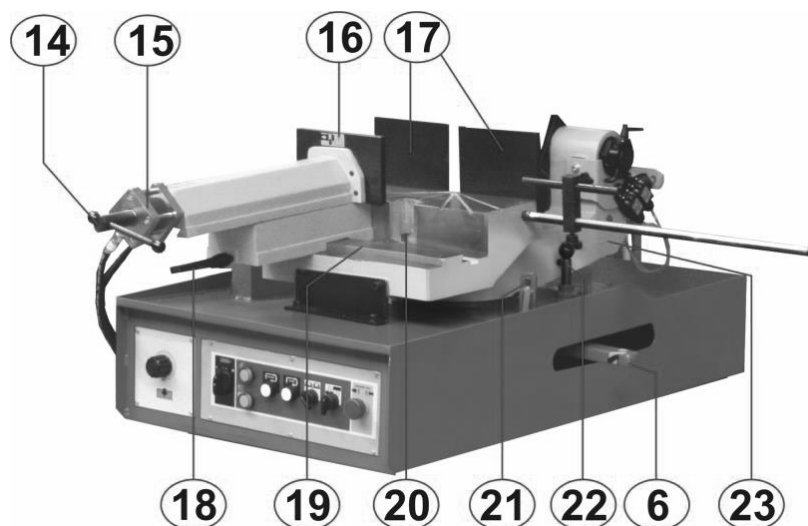


Рис. 2. Тиски

Подвижная губка тисков 16 перемещается гидроцилиндром с коротким ходом. Настройка губки ручная, при помощи ручки 14 и трапециевидного винта. Губка тисков передвигается слева направо по направлению настройки угла резки, фиксация при помощи ручки.

11. Насосная установка СОТС и бак СОТС.

Предназначены для охлаждения полотна пилы при резке. смазочно-охлаждающие технологические средства для охлаждения при резке протекает сквозь направляющие полотна пилы. Работа насосной установки управляется посредством логики станка (охлаждение полотна происходит только в цикле работы станка).

12. Гидростанция.
13. Главный подвод электроэнергии.
14. Рычаг для ручного перемещения губки тисков.
15. Гидравлический цилиндр.
16. Подвижный кулачок тисков.
17. Неподвижный кулачок тисков.
18. Ручка для фиксации позиции тисков вправо / влево.
19. Трапецевидная направляющая тисков.
20. Указатель угла.
21. Упоры крайних положений при резке под углом.
22. Упор крайнего положения при перпендикулярной резке.
23. Поворотный стол станка.

Поддерживает консоль (рис. 3) и позволяет выполнять ее поворот для угловых резов -45° / $+60^{\circ}$.

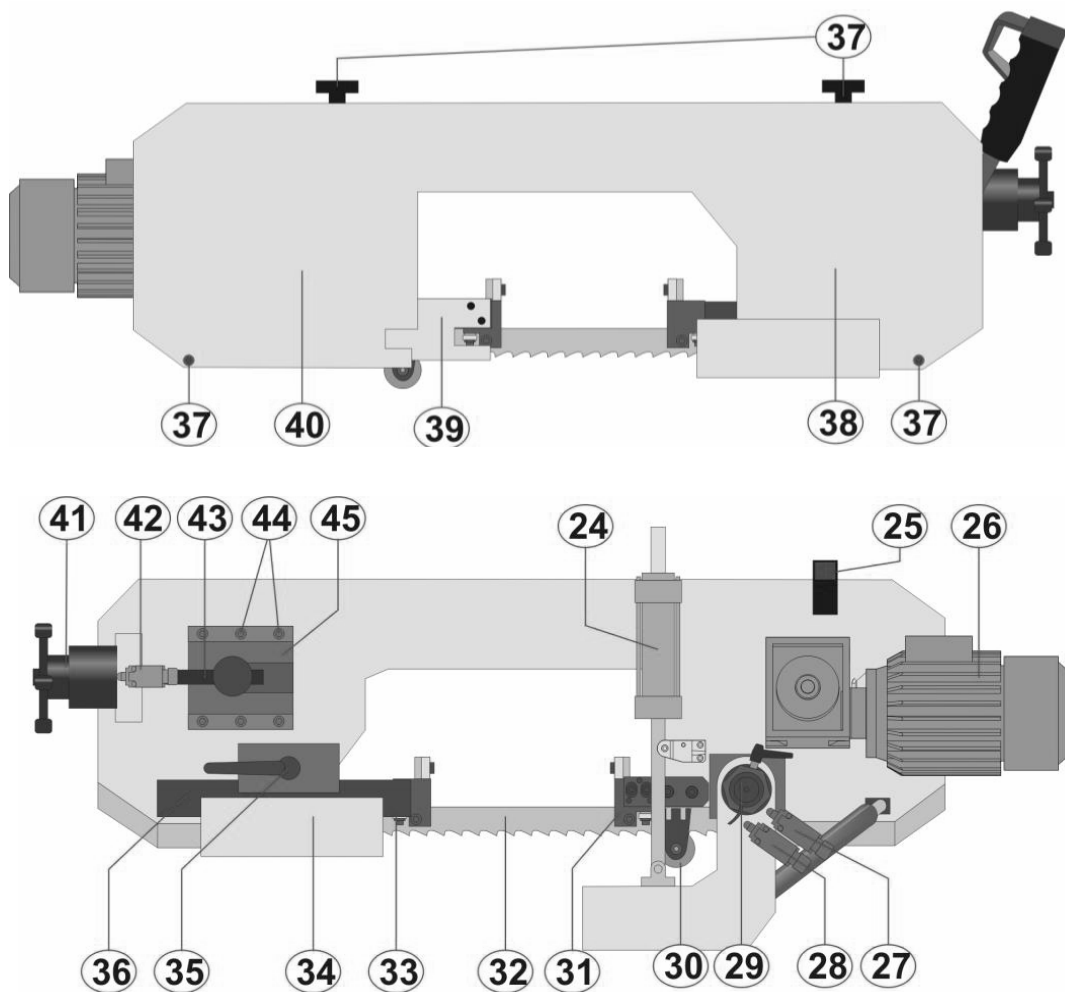


Рис. 3. Консоль станка

24. Гидравлический цилиндр перемещения консоли.
25. Микровыключатель закрытых шкивов.
26. Привод.
27. Микровыключатель нижней позиции консоли.
28. Микровыключатель верхнего положения консоли.
29. Кулачок остановки движения полотна после достижения нижнего рабочего положения.
30. Очищающая щетка ленточного полотна.
31. Неподвижные направляющие.

Направляют полотно в точный разрез. Содержат 5 сменных пластинок из твердых сплавов (карбидные пластинки). Через направляющие протекает СОТС.

32. Ленточное полотно.
33. Подвижные направляющие.

Направляют полотно в точный разрез. Содержат 5 сменных пластинок из твердых сплавов (карбидные пластинки). Через направляющие протекает СОТС.

34. Кожух подвижных направляющих.
35. Стопорный винт подвижных направляющих.
36. Балка подвижных направляющих.
37. Соединительные винты кожуха шкивов.
38. Натяжной шкив.
39. Кожух неподвижных направляющих.
40. Ведущий шкив.
41. Колесико для натяжки пильного полотна.
42. Микровыключатель натяжения пильного полотна.
43. Натяжной винт пильного полотна.
44. Регулировочные винты для установки правильной позиции ведомого шкива.
45. Натяжная плита.

Опорный узел консоли выполнен на двух радиально-упорных подшипниках с предварительным натягом. Консоль имеет угол наклона 25° , что позволяет увеличить срок службы ленточного полотна.

4. Органы управления станком

Панель управления станком представлена на рисунке 4.

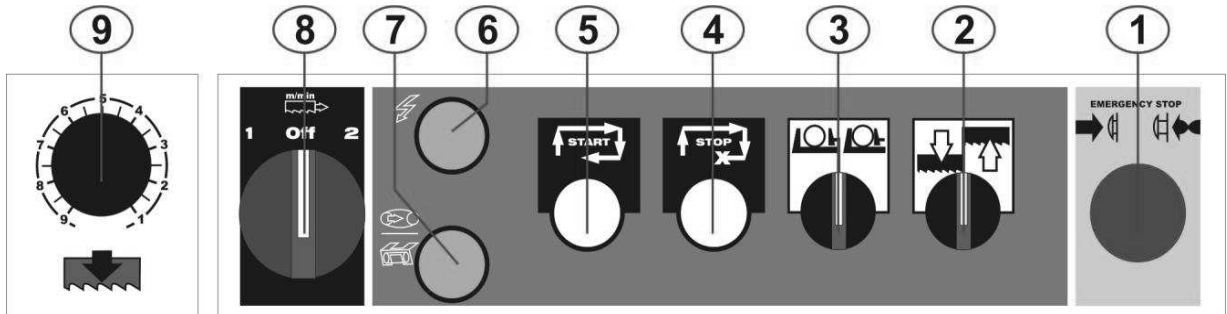


Рис. 4. Панель управления

1 – EMERGENCY STOP.

Кнопка аварийного выключения станка. После ее нажатия пила остановится в любой фазе процесса.

2 – ДВИЖЕНИЕ КРОНШТЕЙНА.

Рукоятка предназначена для установки или контроля рабочих положений передвижения кронштейна пилы перед распилом (установка кулачков).

Положение влево – движение вниз;
положение центр – стоп;
положение вправо – перемещение вверх.

3 – ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КОЛОДКАМИ ТИСКОВ.

Положение влево – отжим заготовки;
положение вправо – зажим заготовки.

4 – СТОП ЦИКЛА.

Остановка цикла – пильное полотно остановится, а консоль автоматически выйдет в верхнюю позицию.

5 – START КНОПКА.

Запускает полуавтоматический цикл.

6 – КОНТРОЛЬНЫЙ СВЕТОДИОД ПОДКЛЮЧЕНИЯ СТАНКА К ЭЛЕКТРОСЕТИ.

Если светодиод не горит, пила не подключена к электросети или не включен главный выключатель.

7 – КОНТРОЛЬНЫЙ СВЕТОДИОД НАТЯЖКИ ПОЛОТНА И ЗАКРЫТИЯ КОЖУХА.

1) диод не светит:

- режущее полотно ослаблено. Пилу в данной ситуации нельзя включить, нельзя манипулировать тисками, нельзя перемещать консоль пилы;
- кожух полотна открыт – пила не включится в режим резки;
- нажата кнопка EMERGENCY STOP, пила не включится в режим резки;

2) светодиод светит зеленым светом – натяжка полотна пилы правильная, кожух полотна правильно закрыт.

8 – ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СКОРОСТИ ПОЛОТНА ПИЛЫ.

Положение 1-влево – скорость полотна 35 м/мин (пусковой период или резка труднообрабатываемых материалов);

положение 2-влево – скорость полотна 70 м/мин;

положение Off (среднее положение переключателя) – пила выключена.

9 – ДРОССЕЛЬНЫЙ КЛАПАН.

Регулировка скорости движения консоли на врезание (величины подачи).

5. Подготовка станка к работе

1. Включить главный выключатель.
2. Включить насос гидравлики.
3. Дроссельный клапан величины подачи установить на минимум.
4. Установить необходимую скорость полотна.
5. Подобрать режим подвода СОТС.

Для начала резки необходимо, чтобы две индикаторные лампочки, которые находятся на панели управления, светили зеленым светом. Если какая-то из лампочек не светится зеленым светом, то станок запустить невозможно.

Тиски (см. рис. 2) должны быть установлены в левом (правом) крайнем положении.

Поворотный круг перед резкой должен быть установлен на нужный угол реза.

Резка угловых разрезов направо:

- поднять консоль над неподвижной губкой тисков;
- отпустить стопорную рукоятку поворотного устройства б;

- повернуть консоль на требуемый угол по круговой шкале; максимальные углы поворота ограничены упорами 20 и 21;
- зажать поворотное устройство рукояткой 6.

Резка угловых разрезов налево:

- поднять консоль станка в верхнюю позицию над неподвижной губкой тисков;
- произвести перестановку тисков: отпустив рычаг 18, переместить тиски до упора вправо и рычагом 18 вновь зафиксировать их;
- произвести поворот консоли влево на требуемый угол;
- зажать поворотное устройство рукояткой 6.

Установка рабочей позиции

Механизм установки рабочей позиции представлен на рисунке 5.

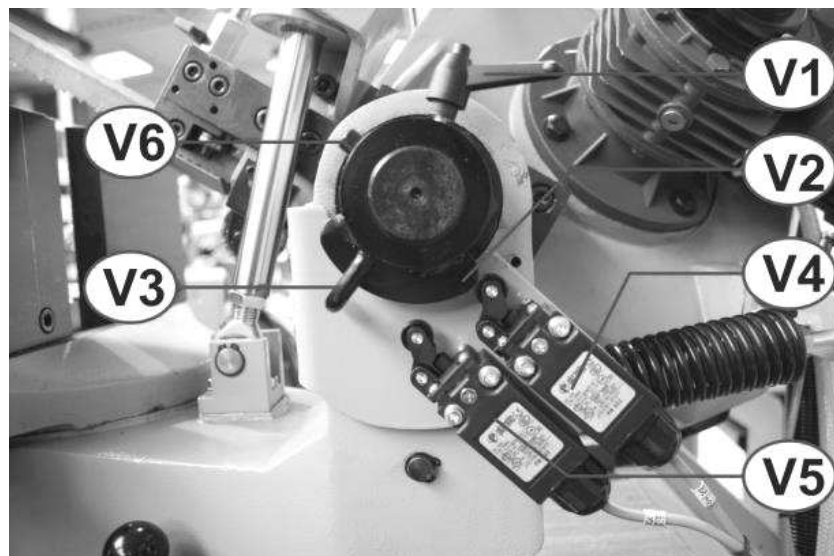


Рис. 5. Механизм установки рабочей позиции:

- V1 – стопорный винт кулачка верхнего рабочего положения;
- V2 – кулачок верхнего рабочего положения;
- V3 – ограничитель нижнего рабочего положения;
- V4 – концевой выключатель (верхняя рабочая позиция);
- V5 – концевой выключатель (нижняя рабочая позиция);
- V6 – зажимной винт-ограничитель нижнего рабочего положения

Установка верхней рабочей позиции

Рукояткой 2 панели управления переместить консоль на 8–10 мм над заготовкой, которая закреплена в тисках вне полотна.

Ослабить зажимной винт V1 и переместить в сторону вниз в позицию, пока он не коснется концевой выключателя V4. Винт V1 зажать.

Рукояткой 2 панели управления переместить консоль в позицию приблизительно на 20 мм над верхней рабочей позицией.

Установка нижней рабочей позиции

Рукояткой 2 панели управления переместить консоль на 8–10 мм под заготовкой, которая закреплена в тисках вне полотна.

Ослабить регулировочный винт V6 и переместить до касания концевого выключателя V5. Винт V6 зажать.

Закрепление заготовки

Поместить заготовку в тиски. Проверить положение заготовки с учетом полотна (для точной резки желательно, чтобы при первой резке было отрезан торец заготовки).

При помощи ручки переместить подвижную А губку тисков (рис. 6) так, чтобы произошло легкое сжатие заготовки.

Прокрутите рукоятку на пол или оборот назад. Таким образом, между губкой и заготовкой возникнет зазор 2–5 мм.

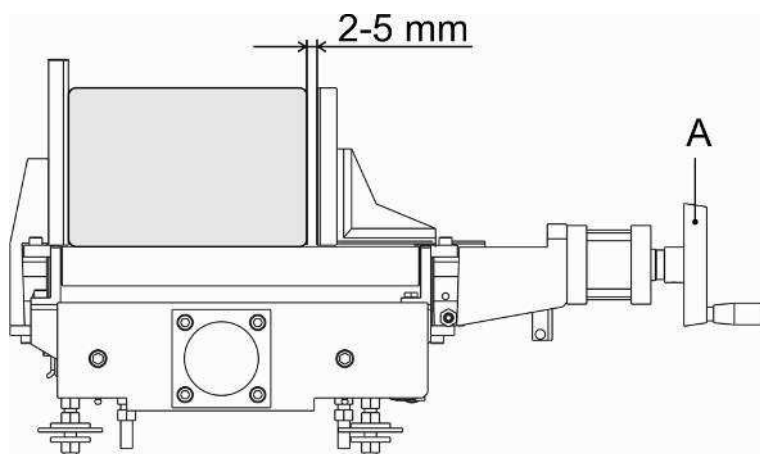


Рис. 6. Положение подвижной губки тисков

Режим работы тисков может быть выбран:

– **автоматическим** (тиски остаются открытыми, материал подается до упора и при помощи кнопки START осуществляется старт цикла. После запуска цикла заготовка автоматически зажимается, отрезается и отжимается);

– **ручным** (устанавливается заготовка, кнопкой 4 закрепляется, производится резка, после резки при помощи кнопки 4 заготовка отжимается).

Положение передних направляющих полотна

Правильная установка передвижных направляющих влияет на качество и точность разреза. Обычно действует принцип, что полотно должно быть зафиксировано на обеих сторонах ближе всего к отрезаемой заготовке. Фиксацию полотна обеспечивают направляющие полотна. Установка положения подвижных направляющих определяется шириной закрепляемой заготовки. Направляющие настраиваются так, чтобы они находились ближе всего к губке основных тисков (при позиции губки «открыто»).

Натяжение полотна

Механизм натяжения полотна представлен на рисунке 7.

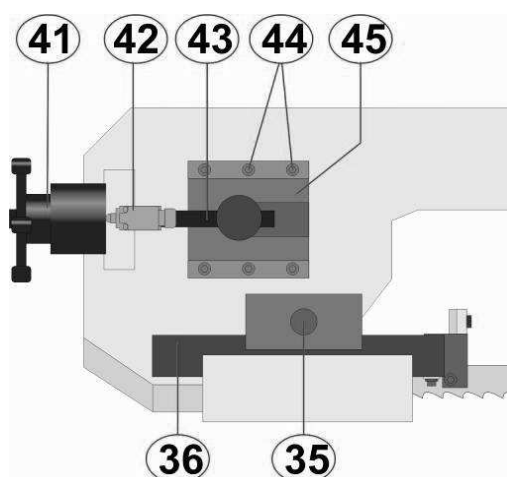


Рис. 7. Механизм натяжения полотна

Натяжение пильного полотна осуществляется затягиванием натяжного винта 43 при помощи колеса 41 в передней части консоли станка. Пильное полотно должно после запуска станка двигаться в направлении стрелки. Правильное натяжение пильного полотна проверьте тензометром. Передний шкив настроен на заводе. Изменить его настройку можно при помощи регулировочных винтов и гаек 44.

- 41. Колесо для натяжки пильного полотна.
- 42. Микровыключатель натяжки пильного полотна.
- 43. Натяжной винт пильного полотна.
- 44. Регулировочные винты для настройки правильной позиции ведомого шкива.
- 45. Натяжная плита.

Направляющие пыльного полотна

Направляющие пыльного полотна (рис. 8) выравнивают полотно в зоне реза. Они содержат 5 сменных пластин из твердого сплава (твердосплавные пластины). Через направляющие протекает СОТС. Направляющие настроены на заводе-изготовителе.

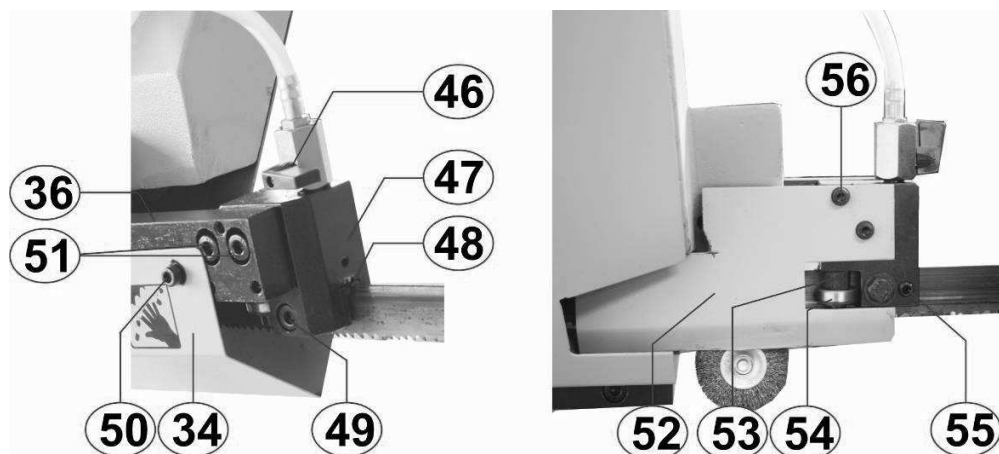


Рис. 8. Конструкция направляющих пыльного полотна.

- 46. Клапан – регулировка СОТС.
- 47. Корпус направляющих.
- 48. Направляющая твердосплавная пластинка спины полотна.
- 49. Крепежный винт твердосплавной пластинки.
- 50. Крепежные винты кожуха передвижных направляющих.
- 51. Винты зажимные направляющих.
- 52. Кожух неподвижных направляющих.
- 53. Шестигранник эксцентрика направляющих подшипников.

При замене подшипников отрегулируйте эксцентрик таким образом, что бы между ненатянутым полотном и подшипниками был минимальный зазор, позволяющий производить замену полотна.

- 54. Направляющие.
- 55. Отжимной винт.

Предназначен для настройки направляющих по отношению к пыльному полотну.

- 56. Крепежные винты кожуха неподвижных направляющих

Очищающая щетка пыльного полотна

Правильное функционирование (рис. 9) очищающей щетки важно для достижения наибольшего срока службы пыльного полотна. Острие

зубьев, которые входят в разрезаемый материал, должны быть чистыми (без стружки).

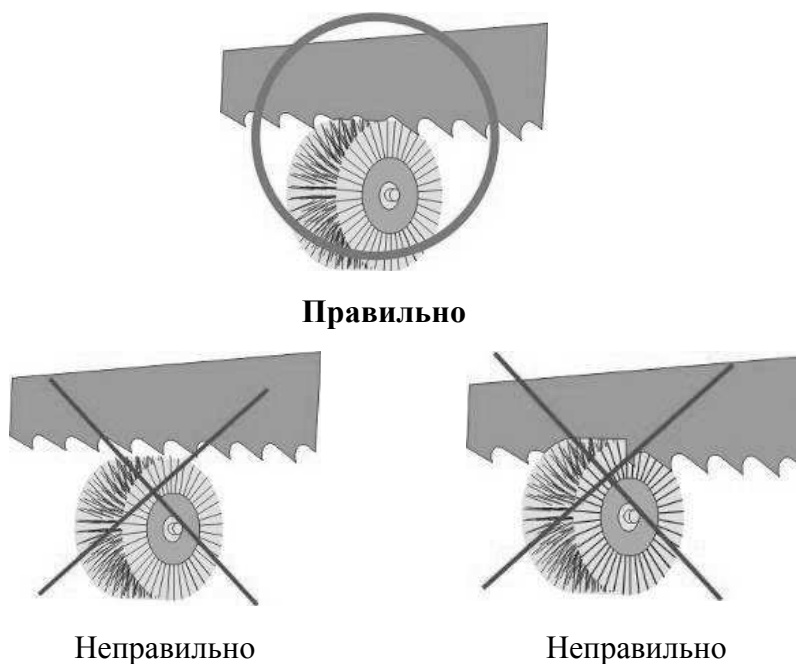


Рис. 9. Положения очищающей щетки

Настройка позиции направляющих пильного полотна

Для достижения оптимального срока службы пильного полотна и оптимальной точности разреза необходимо, чтобы пильное полотно двигалось в направляющих и в процессе реза никуда не перемещалось (поз. А, рис. 10).

На рисунке 11 поз. С показана неправильная настройка направляющих, поз. D – максимально допустимый износ твердосплавной пластины (0,3 мм).

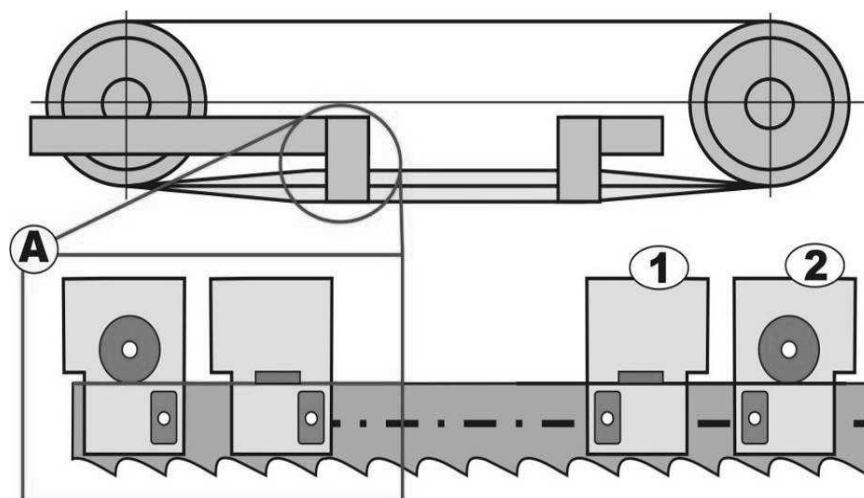


Рис. 10. Правильное положение направляющих

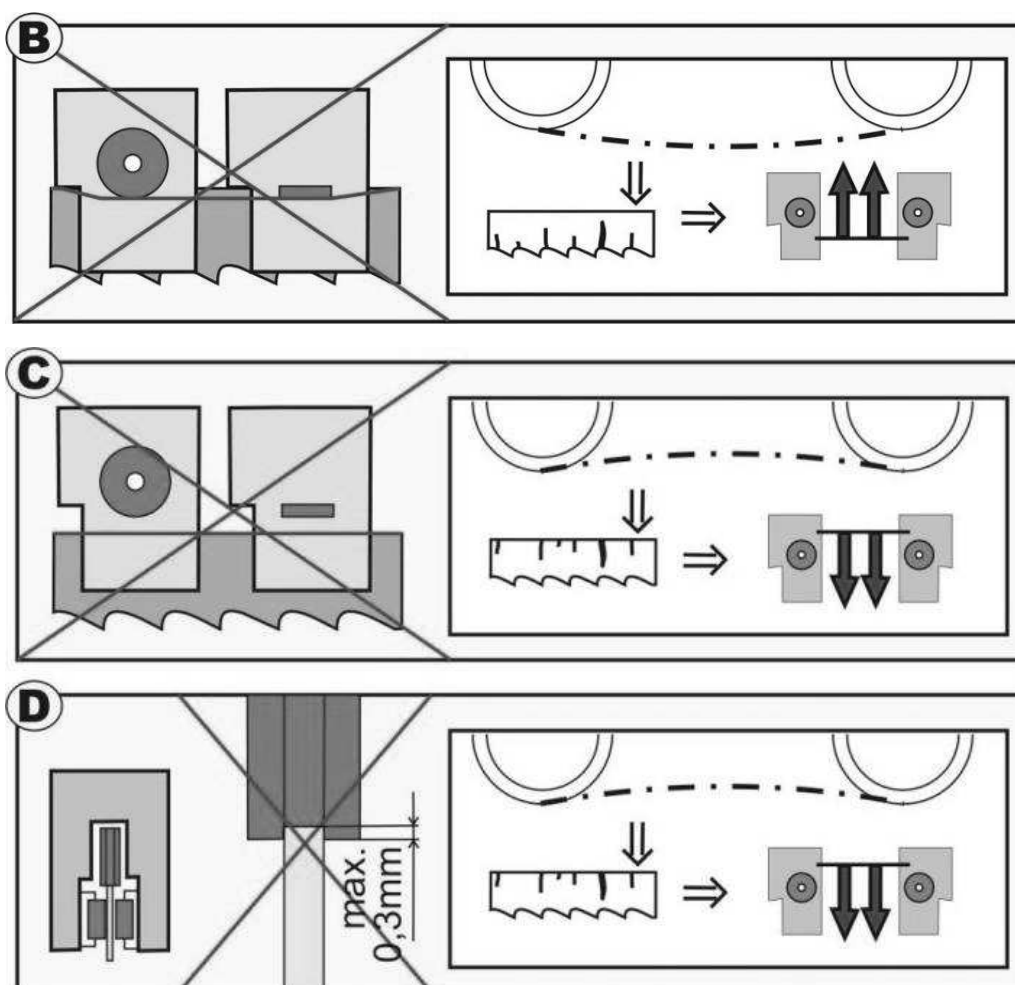


Рис. 11. Неправильное положение направляющих

Настройка зазора между пильным полотном и твердосплавными пластинками

После установки правильной позиции направляющих и их фиксации необходимо установить зазор величиной 0,05 мм между направляющими пластинками и пильным полотном.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ РЕЗАНИЯ

Станок «PEGAS» 250x315 SHI-LR оснащен асинхронным трехфазным электродвигателем переменного тока. Трехфазным током называют систему, состоящую из трех однофазных токов одинаковой частоты, сдвинутых по фазе на одну треть периода друг относительно друга и протекающих по трем проводам. Трехфазный ток получают в трехфазном генераторе, создающем три электродвижущие силы, сдвинутые по фазе на угол 120° (одну треть периода). Основной величиной при электрических расче-

тах является средняя, или активная, мощность. Ее подсчитывают по формуле

$$N = I_{\phi} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где I_{ϕ} – фазное значение тока, А;

U_{ϕ} – фазное значение напряжения, В;

φ – угол сдвига фаз между током и напряжением.

При равномерной нагрузке трехфазной системы мощность, потребляемая каждой фазой, одинакова, поэтому мощность всех трех фаз

$$N = 3I_{\phi} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi, \text{ Вт}. \quad (2)$$

Активную мощность трехфазного переменного тока при соединении звездой и треугольником определяют по формуле

$$N = \sqrt{3}I_{л} \cdot U_{л} \cdot \cos \varphi, \text{ Вт}. \quad (3)$$

Поскольку фазы потребителя или генератора при таком соединении подключаются непосредственно к линейным проводам, фазные напряжения их равны линейным, т.е. $U_{\phi} = U_{л}$, а линейные токи по абсолютной величине больше фазных в 1,73 раза при одинаковой нагрузке фаз.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Порядок проведения эксперимента:

1. Установить на станке пильное полотно с шагом зубьев 4/6.
2. Произвести натяжение полотна.
3. Установить и закрепить заготовку из конструкционной стали. Настроить заданные величины скорости резания и подачи.
4. Произвести отрезку. Измерить максимальную величину потребляемого тока. Измерение силы тока производить в средней части заготовки при незначительном изменении длины реза.
5. Занести в протокол исходные данные и полученные результаты.
6. Установить и закрепить заготовку из коррозионностойкой стали.
7. Произвести отрезку. Измерить максимальную величину потребляемого тока.
8. Установить на станке пильное полотно с шагом зубьев 5/8.
9. Произвести отрезку заготовок из конструкционной и коррозионностойкой стали. Измерить максимальные величины потребляемого тока.
10. Занести в протокол полученные результаты.

11. Произвести расчеты мощности резания. Занести в протокол полученные результаты.
12. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Назначение, область применения и техническая характеристика станка.
2. Конструкция станка и его основных узлов.
3. Органы управления станком и их расположение на станке.
4. Последовательность настройки станка.
5. Математические зависимости силы и мощности резания от элементов режима резания.

Литература

1. Попок, Н.Н. Теория резания : учеб. пособие для студентов машиностроит. специальностей / Н.Н. Попок. – Новополоцк : ПГУ, 2006. – 240 с.
2. Паспорт и руководство по эксплуатации станка ленточнопильного консольного полуавтомата модели «PEGAS» 250x315 SHI-LR.

Приложение

Протокол № 1 «Измерение мощности резания»

| № опыта | Материал заготовки | Число зубьев на дюйм | Шаг зубьев пилы А, мм | Положение тумблера переключения подачи | Скорость резания | | Диаметр заготовки d, мм | Сила тока на холостом ходу I, А | Мощность холостого хода N, кВт | Сила тока I, А | Мощность резания N, кВт |
|---------|--------------------|----------------------|-----------------------|--|------------------|----------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|
| | | | | | υ, м/мин | υ, м/мин | | | | | |
| 1 | А | 4/6 | | | | | | | | | |
| 2 | Б | 4/6 | | | | | | | | | |
| 3 | А | 5/8 | | | | | | | | | |
| 4 | Б | 5/8 | | | | | | | | | |

1. Материал заготовки: А – конструкционная сталь; Б – коррозионностойкая сталь.
2. Параметры электродвигателя: $N = 1,1/0,75$ кВт; $\cos \phi = 0,87/0,63$; $n = 1420/700$ мин⁻¹.

Учебное издание

ПОПОК Николай Николаевич
КОСТЮЧЕНКО Александр Иванович
СИДИКЕВИЧ Алексей Владимирович
ГВОЗДЬ Галина Ивановна

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
И ИССЛЕДОВАНИЕ МОЩНОСТИ РЕЗАНИЯ
ЛЕНТОЧНОПИЛЬНОГО СТАНКА

Методические указания
к выполнению учебно-исследовательской лабораторной работы
для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения»,
1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»

Редактор *Т. А. Дарьянова*

Подписано в печать 20.02.17. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Ризография. Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,04. Тираж 30 экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.14.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.