

ВВЕДЕНИЕ

На наукоемких машиностроительных предприятиях большое внимание уделяется вопросам интенсификации производственных процессов, в том числе повышению эффективности механообрабатывающих производств. Несмотря на широкое применение оборудования с ЧПУ, в том числе и многоцелевого, за последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста трудоемкости механической обработки. Так, для ряда изделий авиационной техники объемы станочных работ превысили 30% от общей трудоемкости изготовления планера. Все расширяющееся применение новых конструкционных материалов усугубляет сложившееся положение [1, 2]. Рост трудоемкости механической обработки является следствием все расширяющегося применения труднообрабатываемых материалов, таких как титановые сплавы и высокопрочные стали, а также крупногабаритных конструкций крыла и фюзеляжа (панелей). В настоящее время применяются панели длиной до 27...40 м, коэффициент использования материала для панелей находится в пределах 0,05...0,1 [1, 2]. Объемы применения конструкционных материалов в процентах от общей массы планера по данным [1...3] приведены в таблице В1.

Таблица В1
Объемы применения конструкционных материалов в планере

Изделие	Объемы применения материалов в % от массы планера			
	Титано- вые сплавы	Алюминиевые сплавы	Сталь	Прочие материа- лы, в том числе ПКМ
B747	4,25	68	10	17,75
F15	26,7	35,5	3,3	34,5
F18	11,7	47,7	15	25,6
B1	22,5	41,3	18,5	27,7
SR71	95	нет данных	нет данных	нет данных
F22*	24	35	5	36
B787	15	20	10	50
МиГ31	16	33	50	1
B1B	17,6	42,5	7	23
Tу160 (проект)	38	44	15	3
MC21(проект)	8	44	7	41

ПКМ – композиционные материалы с полимерной матрицей;

* – объем применения материалов в % от массы планера для опытных машин.

Динамика изменения объемов применения титановых сплавов в зависимости от года разработки изделий военного назначения приведена на рисунке В1.

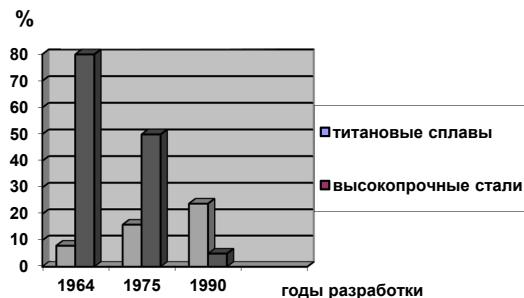


Рис. В1. Объемы применения титановых сплавов и высокопрочных сталей в зависимости от года разработки на примере МиГ-25 (1964), МиГ-31 (1975) и F22 (1990)

Подобен характер изменения объемов применения титановых сплавов и для изделий гражданского применения. Так в конструкции планера широкофюзеляжного самолета разработки 1960-х гг. (В747) применено 4,25% титановых сплавов, а в более поздних разработках, например ИЛ86, – 16%.

В настоящее время объемы использования высокопрочных сталей и алюминиевых сплавов снизились из-за расширяющегося применения композиционных материалов с полимерной матрицей (ПКМ), но возросло число деталей из титановых сплавов. Это объясняется тем, что титановые сплавы имеют высокую коррозионную стойкость при контакте с ПКМ на основе волокон углерода. При освоении гиперзвуковых летательных аппаратов следует ожидать дальнейшего увеличения применения титановых сплавов и высокопрочных сталей, следовательно, трудоемкости механической обработки. Заслуживает внимания тот факт, что в процессе испытаний и доводки постановочной партии F22 произошло значительное изменение процентного соотношения применяемых материалов [3] в сторону увеличения объемов применения труднообрабатываемых материалов (рис. В2).

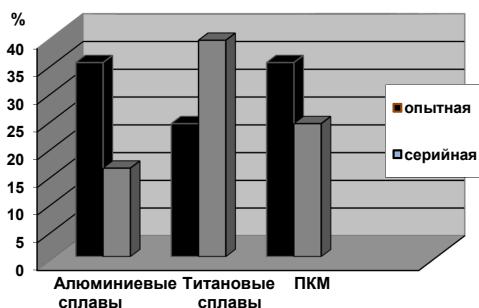


Рис. В2. Изменение объемов применения в планере материалов при переходе от опытного производства изделия к серийному

Это объясняется недостаточной эксплуатационной надежностью высоконагруженных, крупногабаритных деталей из ПКМ. Так, по данным [3], лонжероны крыла из ПКМ в процессе доводки изделия были заменены на титановые.

Развитие механообрабатывающих производств самолетостроительных заводов идет по пути дальнейшего увеличения парка станков с ЧПУ, в том числе и многоцелевых. Их широкое применение, а в дальнейшем создание на их базе автоматизированных цехов и производств выдвигает новые требования к решению организационно-технических задач по обеспечению прогрессивным оборудованием и внедрению перспективных технологических процессов, обеспечивающих как снижение трудоемкости изготовления изделий, так и повышение их эксплуатационных характеристик.

Глава 1

ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫЕ СТАНКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Ленточнопильные станки выпускаются с маятниковым, консольным, вертикальным и порталным расположением пильных рам. Станки с маятниковым расположением пильных рам выпускаются с ручной и полуавтоматической подачей. Автоматические станки, как маятниковые, так и порталные, имеют программы, задающие размеры отрезаемых заготовок и режимы резания, т. е. системы позиционного управления.

Станки с маятниковым расположением пильной рамы приведены на рисунке 1.1, консольным – на рисунке 1.2, вертикальным – на рисунке 1.3, порталным – на рисунке 1.4.



Рис. 1.1. Ленточнопильный станок с маятниковым расположением пильной рамы



Рис. 1.2. Ленточнопильный станок с консольным расположением пильной рамы



Рис. 1.3. Ленточнопильный станок с вертикальным расположением пильной рамы



Рис. 1.4. Портальный ленточнопильный станок

Ряд конструкций станков с маятниковым расположением пильной рамы может выполнять рез как по нормали к оси проката, так и под углами до 45 и 60°. Автоматические станки выполняют рез только по нормали к оси проката. Портальные – в зависимости от расположения пильной рамы: одни станки могут выполнять рез (как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях) только в системе прямоугольных координат (рис. 1.5, 1.6).

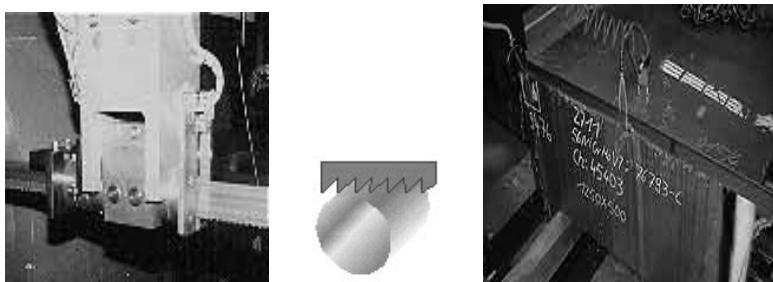


Рис. 1.5. Разрезка заготовок в вертикальном направлении

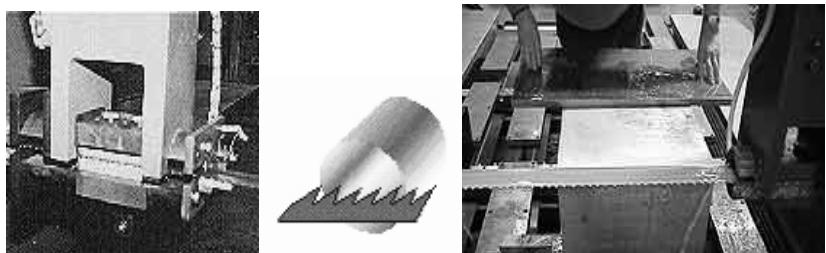


Рис. 1.6. Разрезка заготовок в горизонтальном направлении

Изменение направления реза выполняется разворотом ленты на 90° . Поворот ленточной пилы выполняется по программе при отсутствии ее контакта с заготовкой.

Портальные станки с вертикальным расположением рамы адаптированы для раскюра плит. Конструктивные особенности станка позволяют выполнять как продольную, так и поперечную резку плит и поковок (рис. 1.7, 1.8).

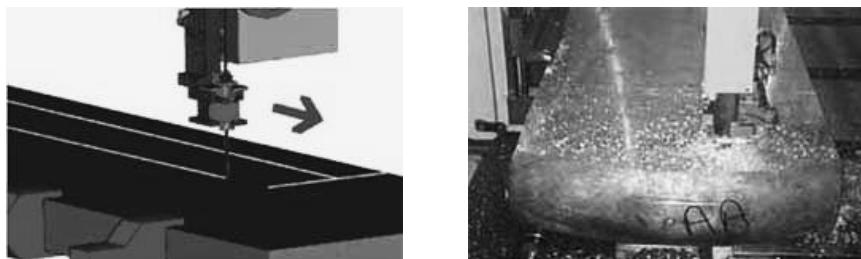


Рис. 1.7. Продольная резка плит

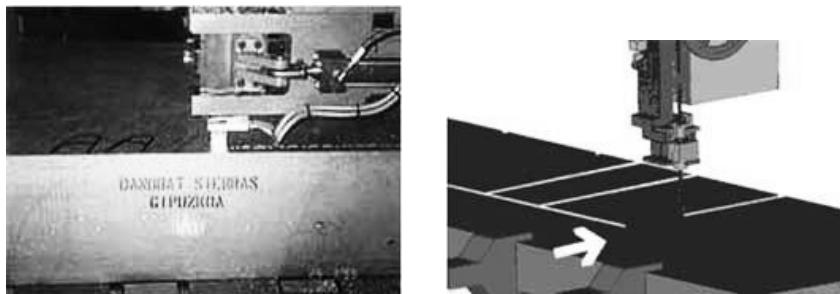


Рис. 1.8. Поперечная резка плит

Поворот ленточной пилы также выполняется по программе при отсутствии ее контакта с заготовкой.

Ленточнопильные станки портального исполнения могут работать как лентами из быстрорежущих сталей, так и с напайными пластинками твердого сплава, что позволяет их применять для резки труднообрабатываемых материалов. Ширина реза для твердосплавных лент равна 0,9...2,4 мм, а для быстрорежущих и биметаллических в зависимости от типоразмера ленты находится в пределах 0,6...1,6 мм.

Все это значительно расширяет области применения ленточнопильных станков. Ориентировочные режимы резания различных групп обрабатываемых материалов биметаллическими ленточными пилами приведены в таблице 1.1, а твердосплавными – в таблице 1.2 [4].

Таблица 1.1

Режимы резания биметаллическими пилами

Обрабатываемый материал	Разрезаемый размер (диаметр или высота), мм											
	100...150		150...200		200...400		400...500		500...750		750...1000	
	Число зубьев на дюйм											
	3/4		2/3		1,4/2		1,4/2		0,7/1,25		0,75/1,25	
Режимы резания: скорость резания – V м/мин, минутная подача – S мм/мин												
1	V 2	S 3	V 4	S 5	V 6	S 7	V 8	S 9	V 10	S 11	V 12	S 13
Углеродистые стали (поставка)	22...30	32...40	40...50	55...65	60...75	70...90						
Углеродистые стали (нормализация)	6...10	10...17	21...34	34...51	50...70	60...85						
Легированные стали	22...25	32...35	40...50	55...65	60...75	70...90						
Быстрорежущие стали	5...7	9...16	19...29	28...41	31...51	48...70						
Aустенитные стали	22...25	32...35	40...45	55...60	60...75	60...80						
20Х13, 40Х13	3...4	6...10	12...19	19...27	23...34	32...46						
	16...22	22...30	35...45	45...55	48...60	55...75						
	1...2	2...4	5...10	7...12	8...14	25...30						
	15...20	22...28	35...45	40...50	45...55	50...60						
	0,5...1	1,5...2,5	3...6	3,5...6	4...8	10...15						
	10...15	18...22	22...30	35...45	40...50	45...60						
	0,2...0,5	0,8...1,2	1,5...2,5	2...4	2...4	3,5...6						

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сплавы на основе никеля		14...18										
Титановые сплавы с удаленным альфиророванным слоем	27...35											
Алюминиевые сплавы (пила расположена горизонтально)	200...300	150...250	200...300	120...220	200...250	100...150	180...220	60...90	150...200	30...90	120...180	50...120
Алюминиевые сплавы (пила расположена вертикально)	700...850	600...1000	600...850	500...800	650...750	400...600	600...750	250...350	400...600	105...200	400...600	60...120
						4...6	20...25	2...3	20...25	30...90	12...20	0,5...0,9
						2...3,4	10...12	1...1,3	8...12	0,3...0,7	6...10	0,2...0,4

Таблица 1.2
Режимы резания твердосплавными пилами

Обрабатываемый материал	Разрезаемый размер (диаметр или высота), мм																	
	150...200		200...400		400...500		500...750		750...1000									
	Число зубьев на дюйм																	
	2 2 1,4/2 1/1,3 0,75/1,25																	
	Режимы резания: скорость резания – V м/мин, минутная подача – S мм/мин																	
V	S	V	S	V	S	V	S	V	S	V	S							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								
Углеродистые стали (поставка)	130...150	60...78	120...140	50...62	85...100	25...30	70...80	14...18	6...65	10...12								

Продолжение табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Углеродистые стали (нормализация)	95...118									
Легированные стали	95...105	50...64	88...95	40...50	85...95	25...30	40...55	13...18	55...60	9...11
Быстрорежущие стали	45...52	50...65	80...95	22...30	65...75	120...144	40...46	7...10	3...4	18...25
Аустенитные стали	25...35	32...40	9...13	18...25	12...17	90...115	80...90	11...14	38...45	70...120
20Х13, 40Х13	45...50	75...80	40...48	15...20	12...17	105...115	40...53	15...22	26...32	90...1000
Сплавы на основе никеля	40...55	50...60	30...35	8...11	12...17	8...11	40...46	11...14	200...280	700...850
Титановые сплавы	35...42	45...50	25...30	18...22	12...17	12...17	35...42	15...22	250...350	600...750
Алюминиевые сплавы (пила расположена горизонтально)	70...82	70...80	45...50	90...115	12...17	12...17	56...65	15...22	90...150	300...400
Алюминиевые сплавы (пила расположена вертикально)	70...82	70...80	45...50	90...115	12...17	12...17	56...65	15...22	200...250	600...500

Рекомендации по выбору шага зубьев ленточных пил для резки сплошного проката приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Размер шага пилы для резки сплошного проката

Постоянный шаг		Переменный шаг	
Диаметр проката, мм	Зубьев на дюйм	Диаметр проката, мм	Зубьев на дюйм
до 10	14	до 25	10/14
10...30	10	15...40	8/12
30...50	8	25...50	6/10
50...80	6	35...70	5/8
80...120	4	40...90	5/6
120...200	3	50...120	4/6
200...400	2	80...150	3/4
300...700	1,25	130...350	2/3
>600	0,75	150...450	1,5/2
		200...600	1,1/1,6
		>500	0,75/1,25

Рекомендации по выбору шага зубьев ленточных пил для резки сортового проката и труб приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Размер шага пилы для резки профиля и труб

Стенка, мм	Наружный диаметр трубы или размер профиля, мм									
	20	40	60	80	100	120	150	200	300	500
2	14	14	14	14	14	14	10/14	10/14	8/12	6/10
3	14	14	14	10/14	10/14	10/14	8/12	8/12	6/10	5/8
4	10/14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	4/6
5	10/14	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6
6	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	5/8	5/8	4/6	3/4
8	8/12	6/10	6/10	6/10	5/8	5/8	5/8	5/8	4/6	3/4
10		6/10	5/8	5/8	5/8	5/8	4/6	4/6	3/4	3/4
12		5/8	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6	3/4	3/4	3/4
15		5/8	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6	3/4	2/3	2/3
20			4/6	4/6	4/6	3/4	3/4	2/3	2/3	2/3
30				3/4	3/4	3/4	3/4	2/3	2/3	2/3
50							2/3	2/3	2/3	2/3

При распиловке труб, лежащих рядом, использовать значения с удвоенной толщиной стенки.

Достоинствами применения ленточнопильных станков являются:

- небольшая ширина реза;
- возможность отрезки пластин толщиной 3...4 мм;
- незначительное отклонение торца от оси проката, позволяющее исключить черновую подрезку при токарной обработке;
 - возможность резки проката под углами $\pm 45\ldots 60^\circ$ для станков с качающейся рамой и поворотной платформой;
 - возможность резки проката больших сечений;
 - возможность обработки практически любых групп материалов (на порталенных станках);
 - отсутствие дефектного слоя при раскрое;
 - высокая производительность при резке проката небольших сечений.

Наряду с преимуществами ленточнопильные станки имеют ряд недостатков,ими являются:

- необходимость иметь на участке ленточные пилы с разным шагом. Биметаллические пилы из разных марок быстрорежущих сталей и с напайными пластинками твердых сплавов в зависимости от номенклатуры обрабатываемых материалов и их сечений. Биметаллические пилы могут быть применены из марок быстрорежущих сталей, имеющих наиболее высокую работоспособность. Выбор марки стали необходимо выполнять по наиболее труднообрабатываемым материалам. При этом уменьшится число применяемых марок быстрорежущих сталей, количество пил будет зависеть только от сечений раскраиваемых материалов;
- возможность резки плит только под прямыми углами для порталенных станков.

Глава 2

ГИДРОАБРАЗИВНАЯ РЕЗКА МАТЕРИАЛОВ

Под гидроабразивной резкой подразумевается резка высокоскоростной струёй воды или струёй воды, смешанной с абразивом (гидроабразивная резка). Принцип действия этого метода заключается в том, что поток воды под давлением (от 3700 до 6000 бар) проходит через отверстие диаметром 0,08...0,5 мм, скорость прохождения воды через сопло при этом достигает 900...1200 м/с и направляется на разрезаемую поверхность. При гидроабразивной резке в поток воды добавляется абразив. Во время столкновения с разрезаемым материалом кинетическая энергия струи воды и абразива преобразуется в механическую энергию микроразрушения обрабатываемого материала и происходит микрорезание каждой абразивной частицей. Типовые конструкции установок приведены на рисунках 2.1...2.3 [5, 6].



Рис. 2.1. Типовая конструкция установки гидроабразивной резки с рабочими головками, расположенными на траверсе

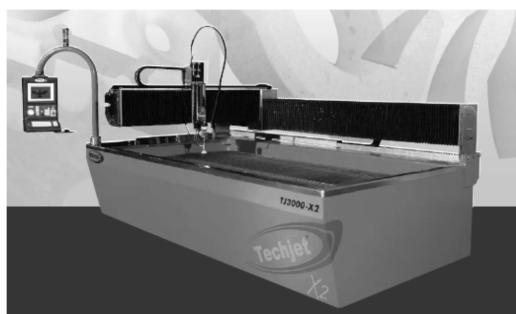


Рис. 2.2. Типовая конструкция установки гидроабразивной резки с рабочей головкой, расположенной на консоли

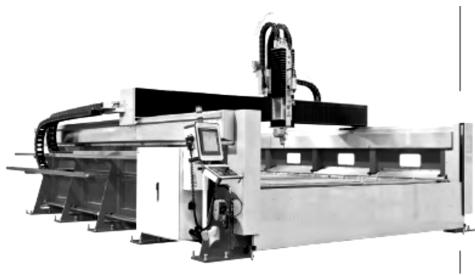


Рис. 2.3. Конструкция установки гидроабразивной резки для обработки объемных деталей

С технологической точки зрения установки гидроабразивной резки могут быть:

- двухкоординатные, т. е. для обработки листов и плит одинаковой толщины;
- двухкоординатные, т. е. для обработки ступенчатых плит, имеющих следящий датчик, позволяющий отслеживать изменение толщины плиты, как правило, в пределах 40 мм или ее коробление;
- трехкоординатные, позволяющие кроме обработки листов и плит одинаковой толщины выполнять резку полых сечений типа цилиндрических и прямоугольных труб;
- трехкоординатные, позволяющие выполнять обработку под углом к поверхности плиты (листа);
- пятикоординатные, позволяющие выполнять обработку объемных деталей.

Конструкции установок гидроабразивной резки состоят из следующих основных узлов:

- рабочего стола с размерами от 1,3 до 9 м (в ряде случаев больше) с установочной плитой, изготовленной в виде рамы с поперечно расположеными стальными полосами или решётками (полосы и решётки являются расходными материалами, и время от времени требуется их замена или ремонт), иногда для облегчения установки крупногабаритных заготовок стол может иметь загрузочное наклонное положение (рис. 2.4);

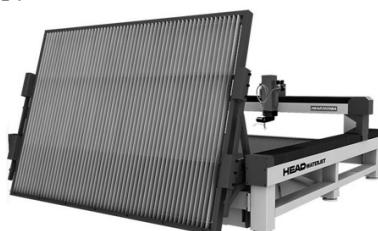


Рис. 2.4. Загрузочное положение стола установки гидроабразивной резки

- портала или консоли с установленными на нем режущими головками. На портал могут быть установлены от одной до десяти режущих головок, а также сверлильное устройство, применяемое для предварительного сверления отверстий в материалах большой толщины. Направляющие портала или консоли расположены на максимальном расстоянии от рабочей зоны, что предохраняет их от попадания абразива и грязи, а также от изменения линейных размеров шариковой винтовой пары или реечного механизма вследствие температурных перепадов;
- насоса высокого давления;
- режущих головок, установленных на траверсе или консоли;
- бункера для хранения и подачи абразива;
- устройства для сбора отходов и отработанного абразива и очистки воды;
- устройства ЧПУ, позволяющего вводить заданную геометрию детали, оптимально размещать её на поверхности заготовки, а также корректировать программу обработки;
- сверлильной головки.

Типовая гидравлическая схема установок приведена на рисунке 2.5.

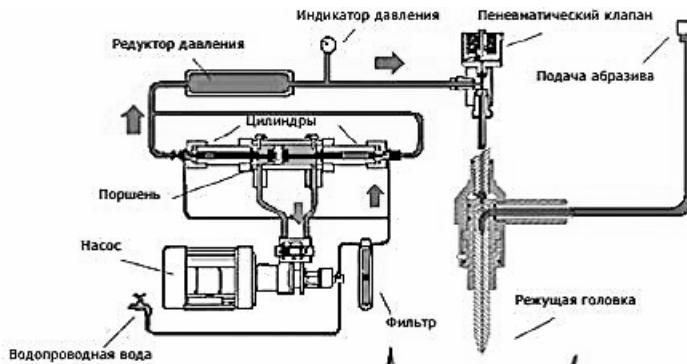


Рис. 2.5. Типовая гидравлическая схема установок гидроабразивной резки

В установках для получения высокого давления, как правило, применяют насосы поршневого типа (мультиплликаторы двухстороннего действия), повышающие предварительно созданное насосом давление рабочей жидкости (воды) до рабочего. Для современных установок оно может достигать 600 МПа, что позволяет увеличить толщину разрезаемых металлических плит до 200 мм, а неметаллических – до 300 мм, и повысить эффективность резки на 30%. Но эксплуатация при давлении 600 МПа сокращает срок замены уплотнительных прокладок в насосе высокого давления. Другой не менее важной частью установок гидроабразивной резки являются режущие головки. Типовые конструкции режущих головок приведены на рисунках 2.6...2.8.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru