

КУЗЬМЕНКО В.И., канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ», Харьков
ВАСИЛЕНКО В.А., студент, НТУ «ХПИ», Харьков

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКОВ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТОЧНОСТИ

В статье показано значительное влияние на точность шлифовальных станков принципа работы, конструкции и текущего состояния их направляющих элементов. Рассмотрена возможность замены плоских направляющих на направляющие с роликовыми и шариковыми узлами трения. Предложена замена сепараторов металлических на пластмассовые и обозначены предполагаемые варианты их изготовления.

У статті показано значний вплив на точність шліфувальних верстатів принципу роботи, конструкції і дійсного стану їх напрямних елементів. Розглянуто можливість заміни плоских напрямних на напрямні з роликовими і кульковими вузлами тертя. Запропоновано заміна сепараторів металевих на пластмасові і позначені ймовірні варіанти їх виготовлення.

The article shows a significant effect on the accuracy of grinding machines operating principle, design and current status of the guide elements. The possibility of replacing the flat guides to the guides with roller and ball friction nodes. Proposed a replacement of metal cages with plastic and marked with the presumptions of their manufacture.

Шлифовальные станки предназначены для изготовления деталей высокой точности и класса шероховатости обрабатываемых поверхностей, что обеспечивается, в том числе, высокой жёсткостью и точностью направляющих элементов. Эти станки с точки зрения точности обработки характеризуются следующими особенностями: высокие требования к точности (как правило, станки выпускаются различных классов точности), многопроходная обработка с выхаживанием в подавляющем большинстве процессов, высокие скорости резания и относительно малые сечения снимаемого слоя, малые давления в подшипниках и направляющих.

На отечественных круглошлифовальных станках получают некруглость изделий 0,2 ... 0,5 мкм, шероховатость поверхности

$Ra = 0,04$ мкм; на круглошлифовальных полуавтоматах некруглость 0,6...0,8 мкм; $Ra = 0,08...0,16$ мкм; на внутришлифовальных станках некруглость отверстий 0,6 ... 0,8 мкм. На плоскошлифовальных станках неплоскостность изделий составляет 3 ... 4 мкм на 1000 мм. Известные зарубежные фирмы выпускают шлифовальные станки с погрешностями изготовления в 2 ... 2,5 раза меньшими, чем по нормам DIN.[1]

В соответствии с этим в балансе точности шлифования значительную роль играет качество и точность изготовления направляющих элементов. Направляющие служат для обеспечения кругового или прямолинейного перемещения по станине подвижных узлов станка – суппортов, столов, планшайб, револьверных головок. От точности изготовления направляющих и их долговечности во многом зависит точность работы всего станка.

Направляющие скольжения в настоящее время наиболее распространены и являются опорами, обеспечивающими требуемое взаиморасположение и возможность относительных перемещений узлов, несущих инструмент и заготовку. Направляющими называется совокупность поверхностей скольжения двух сопрягаемых корпусных деталей (станины — стола и т. д.), обеспечивающая возможность их относительного прямолинейного или вращательного движения. Поверхности скольжения направляющих образуются либо непосредственно корпусными деталями, либо прикрепляемыми к ним накладными планками, лентами и другими деталями. Система поверхностей скольжения направляющих данного узла должна допускать лишь одну степень свободы движения. С целью регулирования начальных зазоров или зазоров, образующихся в результате интенсивного изнашивания поверхностей скольжения, предусматривают регулирующие элементы (клинья, планки, винты), а при значительном износе используют дорогостоящую операцию - шабрение.[1,2]

Шабрение применяют в следующих случаях: а) при невозможности обеспечить с помощью механической обработки необходимую точность; б) при обработке труднодоступных граней направляющих; в) для, направляющих значительной длины. Для высокоточных станков часто практикуют шабрение движением «на себя». Шабрение обеспечивает высокую точность: отклонения от прямолинейности и плоскостности до 2мк на длине 1000 мм при 30 пятнах в квадрате со стороной 25 мм. Глубина шабрения для направляющих высокоточных станков 3—5 мкм. В ряде случаев направляющие подвергают притирке. Шабренные направляющие скольжения не должны иметь следов предшествующей механической обработки. Шабрение должно быть равномерным по всей поверхности и при проверке по краске проверочной плитой или сопряженной детали должно обеспечивать в квадрате со стороной 25 мм (ГОСТ 7599) определенное количество несущих пятен. Направляющие перемещаемых деталей из чугуна, цветных сплавов и пластмасс обычно шабруют по направляющим станины или другой сопряженной детали. В отдельных случаях, и в частности при простой конструктивной форме (прямоугольного сечения), направляющие из чугуна подвергают шлифованию или тонкому строганию широким резцом; точность сопряжения при этом, однако, обычно ниже, чем при шабрении, что, безусловно, сказывается на износостойкости и точности направляющих.

По движению направляющие (рис.1) делятся на: а) неподвижные — на неподвижных узлах станка или на узлах, неподвижных в относительном движении; б) подвижные — на подвижных узлах. По выполнению — за одно целое или отдельно от станины либо подвижной корпусной детали:

а) направляющие, выполненные заодно со станиной или подвижной корпусной деталью;

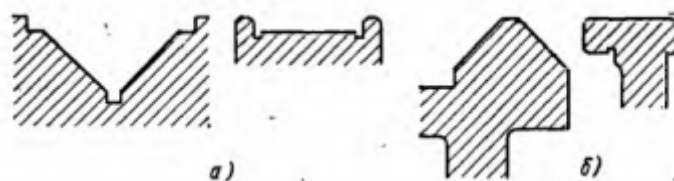


Рис. 1. Направляющие охватывающие (а) и охватываемые (б).

б) накладные направляющие, прикрепленные к станине или к корпусной детали (винтами, сваркой, клеем и т. д.).

По способности восприятия опрокидывающих моментов и отрывающих сил: а) замкнутые направляющие, — имеющие планки, клинья и обеспечивающие восприятие опрокидывающих моментов и отрывающих сил, б) незамкнутые направляющие, не предназначенные для восприятия значительных отрывающих сил; замыкание осуществляется внешней нагрузкой, действующей в определенном направлении, или весом.

Общие требования к плоским направляющим:

1. Точность относительного движения (по направляющим) узлов, несущих заготовку и инструмент. Определяется геометрической точностью направляющих, жесткостью корпусных деталей и направляющих, жесткостью и постоянством толщины слоя смазки на направляющих, величиной температурных деформаций корпусных деталей.

2. Долговечность по точности. Определяется режимом трения, износостойкостью направляющих (пары трения), выбором конструкции направляющих, обеспечивающих малое влияние их износа на точность обработки, величиной деформаций корпусных деталей от остаточных напряжений.

3. Равномерность медленных движений и точность установочных перемещений узла зависят от режима трения, двигателя и механизма привода (жесткости характеристики двигателя, жесткости кинематической цепи привода); условий смазки направляющих и сорта смазки; материалов пары трения; конструкции направляющих и качества их изготовления.

4. Отсутствие вибраций в процессе резания. Определяется динамическими свойствами технологической системы, в том числе жесткостью и демпфированием в направляющих.

5. Малые силы трения в направляющих, от чего зависят мощность и габариты двигателя и элементов привода подачи, тепловыделение и температурные деформации (существенно для направляющих главного движения), усилия на рукоятках при ручных перемещениях.

6. Ремонтпригодность. Определяется трудоемкостью шабрения; возможностью замены накладных направляющих без их обработки после сборки.[1]

В последние годы в станках всё шире применяют направляющие качения, в которых трение скольжения заменено трением качения. Между калеными направляющими стола и станины устанавливаются ролики или шарики.

Направляющие качения обладают следующими достоинствами:

- 1) равномерностью движения при медленных перемещениях (нет скачков);
- 2) высокой точностью установочных перемещений;
- 3) невсплыванием стола при высоких скоростях;
- 4) малыми (особенно при начале движения) усилиями перемещений;
- 5) малым тепловыделением в приводе и малыми габаритами привода для перемещения узла по направляющим;
- 6) высокой долговечностью по точности;

7) простой системой смазки.

Направляющие качения с предварительным натягом обеспечивают, кроме того, отсутствие зазоров в соединении, весьма высокую жесткость и несколько большую, чем в направляющих без натяга, демпфирующую способность. При реальных величинах предварительного натяга потери на трение в направляющих достаточно малы и точность установочных перемещений практически такая же высокая, как и в направляющих без натяга. Направляющие качения получили применение: а) в бабках шлифовальных станков, для осуществления равномерных медленных движений и устранения переориентации узлов при реверсах; б) в столах внутришлифовальных станков для обеспечения требуемой долговечности; в) в столах плоскошлифовальных станков, для повышения точности положения в направлении, нормальном к плоскости направляющих при работе на высоких скоростях; г) в столах круглошлифовальных станков для уменьшения тепловыделения в приводе;

Направляющие качения делят: по типу тел качения на: – шариковые (рис. 2 а); – игольчатые (рис. 2 б); – роликовые на осях (рис. 2 в,г); по форме направляющих поверхностей на направляющие с плоскими гранями и направляющие цилиндрические (так называемые шарикоподшипниковые);

по виду перемещения на направляющие прямолинейного и кругового движения.

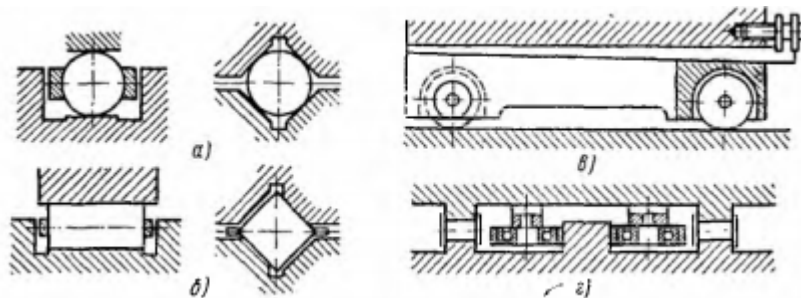


Рис. 2. Основные типы направляющих качения

По способу создания натяга направляющие качения можно разделить на три группы: 1) без предварительного натяга, в которых натяг осуществляется только весом узла; 2) с предварительным натягом, в которых натяг создается специальными элементами; 3) с частичным предварительным натягом, в которых предварительный регулируемый натяг создается только в горизонтальном направлении, а в вертикальном направлении натяг осуществляется непосредственно весом узла.

Основные формы направляющих качения прямолинейного движения приведены на рис. 3. Направляющие качения без предварительного натяга значительно дешевле и проще в изготовлении, чем направляющие с натягом. В ряде случаев направляющие могут быть выполнены чугунами, что снижает требования к точности их изготовления. Наиболее распространенные роликовые направляющие качения без предварительного натяга треугольная и плоская (рис. 3,а) — допускают взаимную пригонку направляющих сопрягаемых деталей. Направляющие качения без натяга можно применять в узлах: а) в которых опрокидывающие моменты малы, поэтому нет опасности отрыва (столы шлифовальных станков, столы и каретки координатно-расточных станков); б)

большого веса, в которых при приложении внешних нагрузок сохраняется прилегание по всей длине направляющих (тяжелые бабки и т. п.); в) с длинными направляющими, в которых перекосы от зазоров относительно малы и нет опасности отрыва.

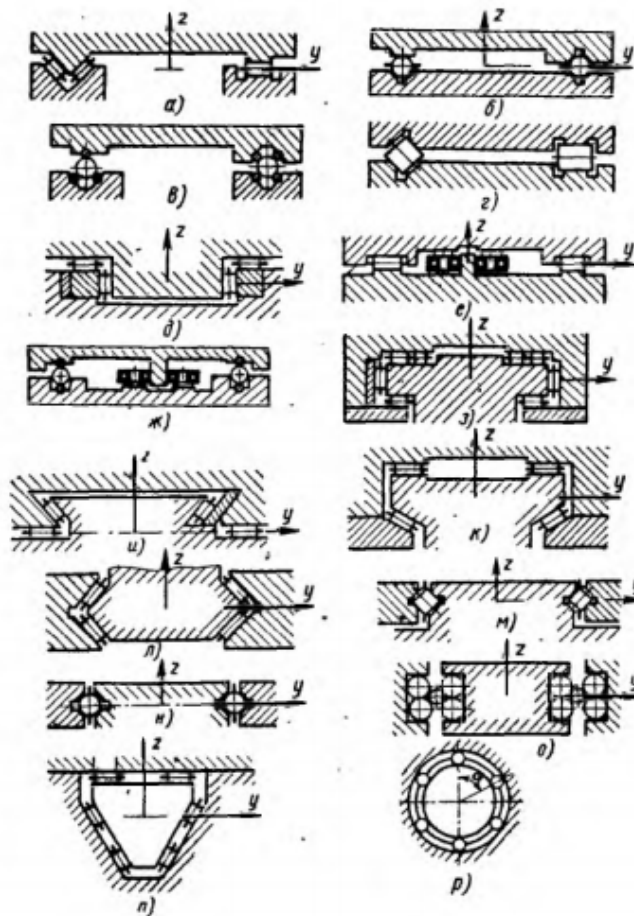


Рис. 3. Основные формы направляющих качения: а - г - без предварительного регулируемого натяга; д - ж - с частичным предварительным натягом (только в горизонтальном направлении); з - р - с предварительным регулируемым натягом в двух

с увеличением диаметра шариков, а жесткость роликовых направляющих почти не зависит от диаметра роликов. В станкостроении используют короткие ролики диаметром 5—12 мм и длинные диаметром 5—20 мм.

Из роликовых направляющих наибольшее распространение получили незамкнутые направляющие треугольной и плоской формы (рис. 4).

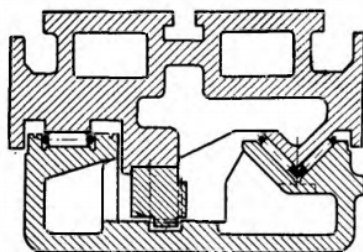


Рис. 4. Направляющие треугольной и плоской формы.

Для равномерного размещения на направляющей тел качения служит сепаратор, который является очень ответственной деталью узла. Материал и конструктивные формы направляющих качения сходны с направляющими скольжения. Однако для направляющих качения необходимы твердые и однородные рабочие поверхности. Чугун применяют сравнительно редко лишь при небольших нагрузках. В основном используют стальные закаленные направляющие. Число тел качения в одном ряду на направляющей не должно быть меньше 12—16, так как с их уменьшением снижается точность движения. Чрезмерное увеличение количества тел качения приводит к тому, что все большее их число оказывается мало нагруженными или совсем не нагруженными. При выборе диаметра детали типа тела качения нужно учитывать, что с уменьшением диаметра возрастают силы трения, а с увеличением диаметра увеличиваются размеры направляющих. Жесткость шариковых направляющих возрастает

Основным достоинством этих направляющих является простота изготовления и относительно малая стоимость.

В настоящее время для изготовления сепараторов пытаются применять полимерные и композитные материалы. Они обладают небольшим коэффициентом трения, высокой износостойкостью, химической стойкостью, отсутствием схватывания в условиях работы без смазки или ограниченной смазки и обеспечивают низкий уровень шума при работе. С другой стороны, их низкая теплопроводность (в сотни раз ниже, чем у металлов), высокий коэффициент термического расширения (в десятки раз больше, чем у металлов), небольшая твердость и высокая податливость определяют рациональность их применения в узлах трения с небольшими нагрузками и скоростями работы. С большей эффективностью полимерные материалы используются в комбинации с другими материалами — в виде пластмасс и металлополимерных комбинаций[1].

Основными признаками выбора пластмасс являются их эксплуатационные и технологические свойства. Для ускорения процесса выбора материала используют специальные таблицы, в каждой из которых приведены марки материалов в порядке снижения среднего значения представляемого эксплуатационного свойства. Так созданы таблицы групп материалов по коэффициенту трения и износа, электрической прочности и электросопротивлению, диэлектрической проницаемости, коэффициенту светопропускания и преломления и другим признакам. Пластмассы выбирают исходя из требований к эксплуатационным свойствам и геометрическим параметрам изделия. Поэтому сначала выбирают вид пластмассы на основе требований к ее эксплуатационным свойствам, а затем базовую марку и марку с улучшенными технологическими свойствами, которую можно эффективно переработать выбранным способом, на качественном или количественном уровне.[3,4]

Технологический процесс прессования заключается в том, что под влиянием нагрева и давления пресс-материал заполняет рабочее пространство пресс-формы и полимеризуется в твердое состояние. Прессование подразделяется на горячее, холодное и литьевое. Горячее прессование термореактивных пластмасс применяется для изготовления деталей простой формы с ограниченным количеством арматуры или без нее (рис.5).

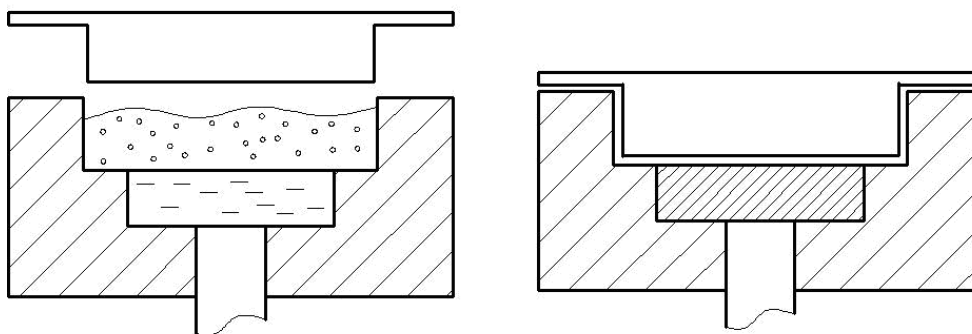


Рис. 5. Прессование пластмасс

Пресс-материал в виде таблеток или порошка загружается непосредственно в формообразующую полость горячей пресс-формы, после чего подвергается давлению пресса. Нагретый пресс-материал размягчается, заполняет гнезда пресс-

формы и остается в ней определенное время до полного затвердевания. После этого пресс-форму открывают и извлекают отформованную деталь. Скорость отвердевания термореактивного материала зависит от его марки и температуры прессования. Для большинства термореактивных пластмасс температура прессования изменяется от 130 до 180° С. Время выдержки для отвердевания для разных пластмасс устанавливается в пределах 0,5–2,5 мин на 1 мм наибольшей толщины изделия. Удельные давления для различных пластмасс изменяются в пределах от 10 до 40 МН/м² (МПа).

Холодное прессование состоит в том, что пресс-порошок загружают в холодную пресс-форму, подвергают сжатию при высоких удельных давлениях 60–120 МН/м² и выдерживают под таким давлением в течение 5–15 с. Затем заготовки извлекаются из пресс-формы и запекаются в термостате при температуре (150–170)°С для полимеризации связующего вещества. При холодном прессовании значительно увеличивается производительность труда, но качество изделий хуже, поверхность матовая. Этот метод не применим для изделий сложной формы.

Литьевое прессование применяется для изготовления изделий сложной конфигурации из термореактивных пластмасс. Отличием литьевого прессования является наличие в конструкции пресс-формы дополнительной загрузочной камеры, которая соединяется с матрицей тонким литниковым каналом. (Рис.6)

Пластмассу (1) помещают в загрузочную камеру (2). Там она нагревается от стенок загрузочной камеры, переходит в вязко-текучее состояние и под воздействием усилия пуансона (3) через литниковую систему (4) поступает в оформляющую разъемную полость матрицы (5).

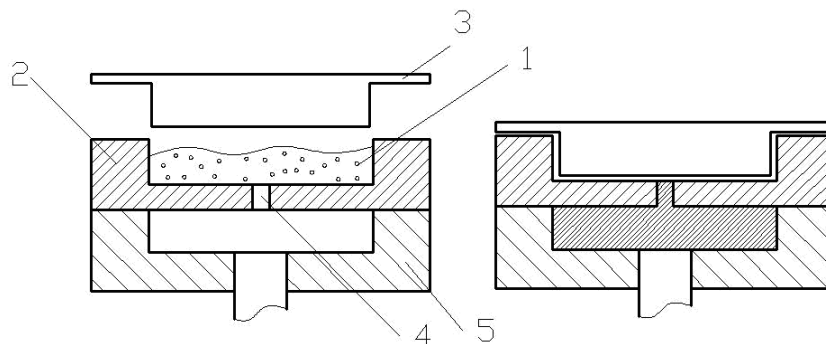


Рис. 6. Литьевое прессование

Сечение литниковых каналов мало и материал поступает в плоскость и с большой скоростью в полужидком состоянии. Температура нагрева материала находится в пределах от 140°С до 170°С. Давление в загрузочной камере составляет (50–200) МПа. Особенности литьевого прессования является возможность получения в деталях глубоких отверстий малого диаметра, достаточно высокую точность деталей и возможность армировать изделия, в некоторых случаях требуется дополнительная обработка. Недостатки: сложная и дорогостоящая пресс-форма и большой расход материала (на литники).

Еще одним способом является литье под давлением. Для расширения технологических возможностей литьевых машин применяют способы совмещения литья и прессования (рис. 7).

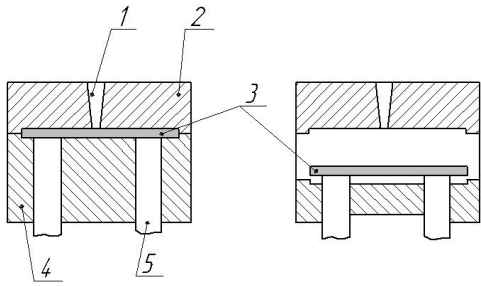


Рис. 7. Литье в пресс-форме
1-литниковая система; 2-верхняя плита;
3-деталь; 4-нижняя плита; 5-
выталкиватель.

Главным отличиями от литевального прессования является отсутствие загрузочной камеры. Таким образом, формирование детали происходит, когда пресс-форма находится в сомкнутом состоянии. При раскрытии пресс-формы деталь выталкивается с помощью системы выталкивателей. Температура нагрева материала находится в пределах от 140°C до 250°C. Давление в загрузочной камере

составляет 100–250 МПа. Особенности литья под давлением в пресс-форме является возможность получения сложных деталей, высокая точность деталей, не требующая дальнейшей обработки. Недостатки: такие же, как и в предыдущем методе, а именно сложная и дорогостоящая пресс-форма и большой расход материала (на литники)[6,7,8].

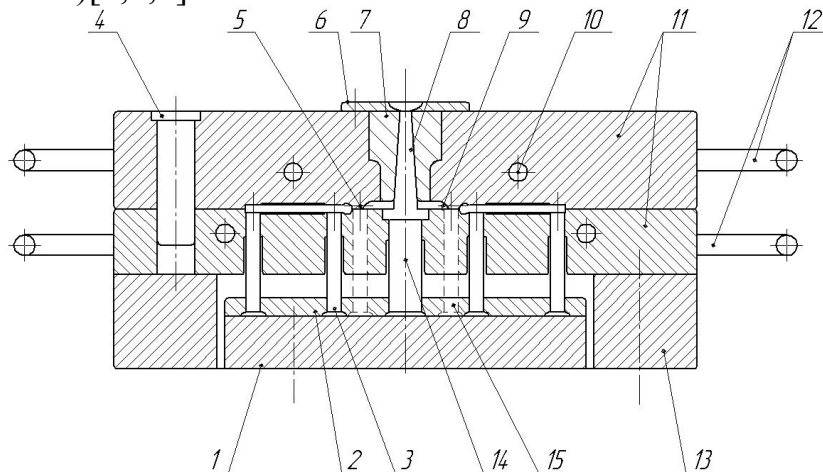


Рис. 8. Схема пресс формы литья под давлением .
1–нижняя соединительная плита; 2–верхняя соединительная плита;
3 -выталкиватели; 4–направляющие колонки; 5–впускные каналы;
6–направляющее кольцо; 7–литниковая втулка; 8–литниковый канал;
9–розводящий канал; 10–канал охлаждения; 11–плиты матрицы;
12–ручки; 13–подкладки; 14–выталкиватель; 15–шпильки для обратной
посадки выталкивателей.

Литье под давлением в пресс-форме является наиболее рациональным методом. Обладая недостатками, как и литевое прессования данный способ имеет преимущества, которые позволяют получить высококачественные изделия с высокой степенью точности из самых различных материалов, не требующих последующей обработки.

Исходя из эксплуатационных требований в качестве материала сепаратора выбираем, например, суспензионный полиэтилен низкого давления (полиэтилен 210 или 209).

В качестве технологической оснастки целесообразно использовать пресс форму для литья под давлением (рис.8)

Таким образом нами намечены пути совершенствования направляющих узлов шлифовальных станков, обоснован выбор в качестве материала сепаратора полимеров, предложены направления создания технологии производства сепараторов и конструкций технологической оснастки и оборудования производства сепараторов.

Список литературы: 1. Детали и механизмы металлорежущих станков в 2-х т. Т1/ Д. Н. Решетов, В. В. Калинин, А. С. Латдуч [и др.] ; под ред. Д. Н. Решетова. — М. : Машиностроение, 1972 — 669 с. 2. Решетов Д. Н., Точность металлорежущих станков/ Д. Н. Решетов, В. Т. Портман. — М.: Машиностроение, 1986. — 336 с., ил. 3. Пик И. Ш. Основы производства изделий из пластмасс/ И.Ш.Пик, Л. Н. Левин ; под ред. Б. Н. Рутковского. — М. : Машиностроение, 1972 — 669 с. 4. Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей ВУЗов / А.М. Дольский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др.; под ред. А.М. Дольского. — М.: Машиностроение, 2005. — 448с. 5. Филатов В. И. Технологическая подготовка процессов формования изделий из пластмасс/ В.И. Филатов, В. Д. Корсаков— Л.: Политехника, 1991 — 352 с.:ил. 6. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений. Учебник для проф.-техн. училищ. Изд. 2-е, перераб. и доп./ под ред. А. Ю. Гринева — М., «Высшая школа», 1974 — 311 с. 7. Пинтелеев Л.П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс/ Л. П. Пинтелеев, Ю. М. Шевнов, И. А. Горячев. — М.: Машиностроение, 1986 — 201 с. 8. Владимиров В. М. Изготовление штампов, пресс-форм и приспособлений/ В. М. Владимиров. — М.: Высшая школа, 1974 — 431 с.

УДК 669.018.29-15:620.1

ПОЗНЯК Е.Р., инженер кафедры ОМД, ДонНТУ, Донецк
ГОРБАТЕНКО В.П., докт. техн. наук, проф., ДонНТУ, Донецк

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ГИДРОПРЕССОВАНИЕМ НА КИНЕТИКУ ПРОЦЕССА ЦЕМЕНТАЦИИ, СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 18ХГТ

Повышение степени деформации при гидропрессовании перед ХТО способствует увеличению глубины цементованного слоя стали 18ХГТ, измельчению ее структуры, образованию в заэвтектоидной зоне как сетки вторичного цементита, так и структурно-свободного цементита глобулярной формы, упрочнению как диффузионного слоя, так и сердцевины изделия, повышению износостойкости цементованных изделий.

Збільшення ступеня деформації при гідропресуванні перед ХТО сприяє збільшенню глибини цементованого шару сталі 18ХГТ, подрібненню її структури, утворенню в заевтектоїдній зоні, як сітки вторинного цементиту, так і структурно-вільного цементиту глобулярної форми, зміцненню як дифузійного шару, так і серцевини виробу, підвищенню зносостійкості цементованих виробів.

The increase of degree of deformation at hydraulic forging before CHT promotes to the increasing of depth of case depth of steel grade 18ХГТ, refining of its structure, to formation in hypereutectoid layer not only the secondary cementite network, but and globular particles of structurally free cementite hardening as the diffusion layer and the core of product, improving of wear resistance of carburized part.