

НЕСТАЦИОНАРНОСТЬ ПРОЦЕССА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОСЕЧНО-ВЫТЯЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Андрей Александрович Ерохин

Студент 4 курса,
кафедра „Автопласт“
Государственный университет — УНПК г.Орёл

Научный руководитель: Эдуард Анатольевич Гуков,
кандидат технических наук, доцент кафедры „Автопласт“

Просечно-вытяжные сетки (далее ПВС) занимают особенное место в производстве металлических сеток. Их изготовление не требует больших затрат, они отличаются 100% коэффициентом использования металла, повышенными механическими характеристиками — прочностью и жёсткостью, а также — высокими эксплуатационными характеристиками, в частности, высокой способностью пропуска масляного или воздушного потока для применения в каркасах воздушных и жидкостных фильтров.

ПВС уже сейчас являются конкурентоспособными по сравнению с плетёными, кручёными и сварными сетками. Однако расширение их производства сдерживается фактором нестационарности процесса просечки-вытяжки, выражающейся, в частности, в том, что при существующих способах производства ПВС инструмент совершает возвратно-поступательные движения относительно заготовки в направлении, поперечном направлению подачи для получения рядов ячеек в шахматном порядке (рисунок 1). Это влечёт за собой усложнение и удорожание оборудования, и, соответственно, себестоимости готовых деталей, а так же снижение качества за счет уменьшения точности изделий и стабильности процесса просечки-вытяжки.

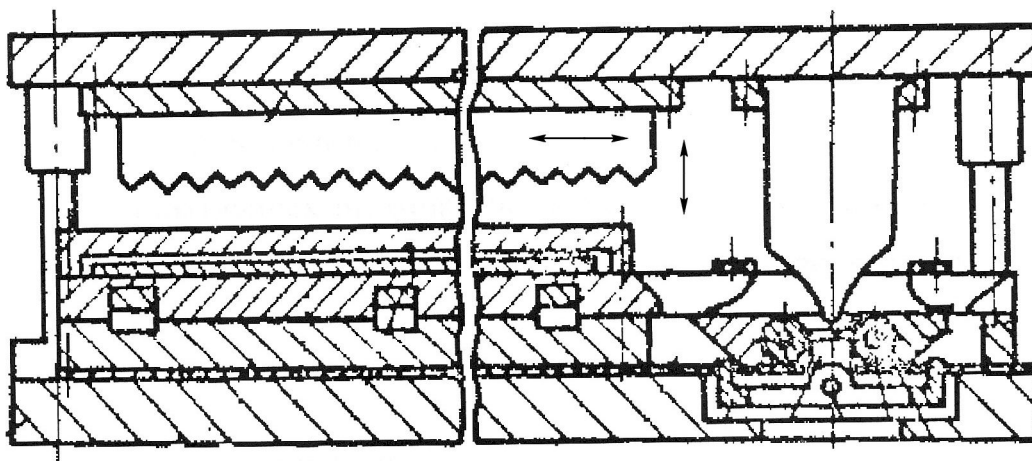


Рисунок 1. Штамп для просечки-вытяжки по существующей технологии обработки.

Наиболее рациональный угол режущего инструмента ϕ (рисунок 2) при изготовлении ПВС — 90° по причине наибольшей итоговой площади ячейки сетки в свету и большим углом реза при просечке-вытяжке, что снижает необходимое технологическое усилие.

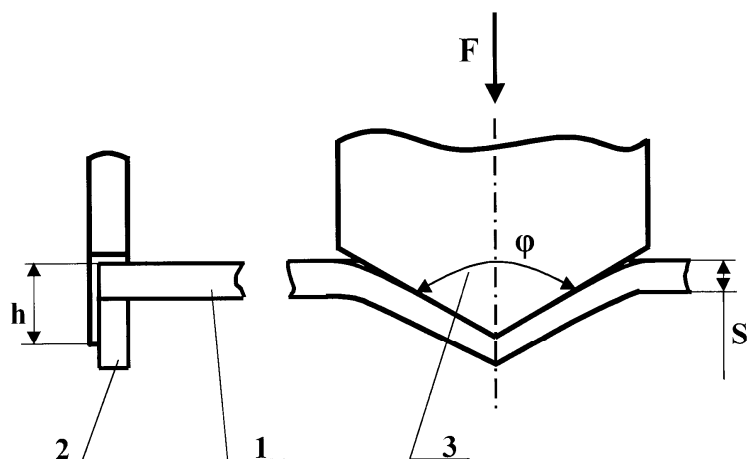


Рисунок 2. Схема просечки-вытяжки.

1 — заготовка, 2 — фрагмент ячейки просечно-вытяжной сетки, 3 — пуансон.

Однако, получение данного угла при изготовлении ПВС без применения дополнительных устройств, принудительно формирующих ячейки, не представляется возможным из-за анизотропии свойств катаного листа и неравномерности распределения деформаций вдоль профиля ячейки (рисунок 3), ведущих к разрушению материала. Экспериментально установлено, что пластичность современных металлических материалов в холодном состоянии позволяет получить при операции просечки-вытяжки угол ячейки не менее 120° . При существующих способах обработки, весьма проблематично также предсказать итоговые эксплуатационные свойства ПВС, а, соответственно, — и чётко очертить область её применения.

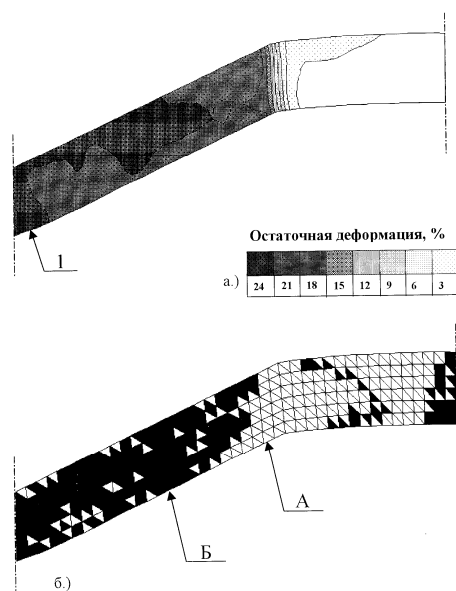


Рисунок 3. Напряжённо-деформированное состояние и пластическое течение металла при просечке-вытяжке. 1 — область максимальных остаточных деформаций, А — очаг пластического формоизменения, Б — зона разгвозки.

На кафедре „Автопласт“ Госуниверситета — УНПК г.Орёл разработан способ изготовления ПВС, позволяющий повысить производительность, качество и,

соответственно, эффективность изготовления ПВС (см. рисунок 4, патент РФ №2078637).

Сущность способа состоит в том, что применяемый инструмент — двоянный пуансон и двоянная матрица — позволяют производить обработку без дополнительных перемещений пуансона или матрицы в поперечном направлении.

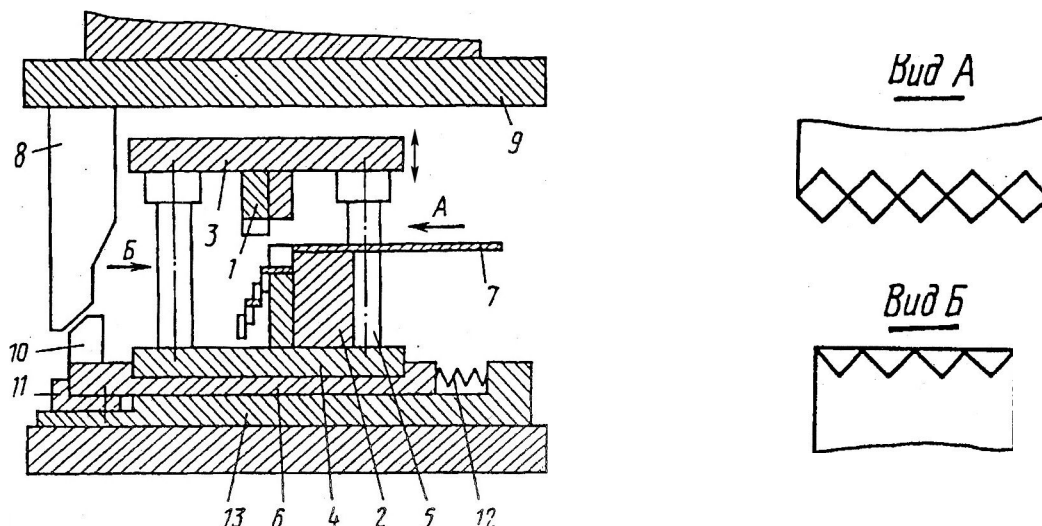


Рисунок 4. Схема штампа для просечки-вытяжки по новой технологии.
Вид А — изображение пуансона 1; вид Б — изображение матрицы 2.

Штамп для изготовления просечно-вытяжной сетки работает следующим образом.

Лента 7 подается на позицию обработки. При ходе плиты 9 вниз клинья 8 действуют на выступы 10 и перемещают блок с матрицей на величину шага, равную $2/3$ толщины зубчатого ножа, образующего плоскость резания с четырехугольной призмой 2, сжимая пружину 12. При дальнейшем перемещении плита 9 нажимает на держатель 3 и происходит просечка-вытяжка в плоскости резания четырехугольной призмы. Величина шага подачи устанавливается ограничителем 11. При обратном ходе плиты 9 клин 8 выходит из контакта с выступом 10 и блок под действием пружины 12 перемещается и перемещает ленту 7 за надрезанные и вытянутые участки. При втором рабочем ходе одновременно с просечкой-вытяжкой в плоскости резания четырехугольной призмы происходит просечка и формовка вторым зубчатым ножом двоянного пуансона уже вытянутых участков в плоскости резания пластины с зубчатой режущей кромкой и формирование двух рядов ячеек сетки одновременно. При последующих рабочих ходах все действия повторяются с одновременной просечкой в двух плоскостях резания.

Применение новой технологии позволяет повысить качество изделий и стабильность производственного процесса, так как технологические параметры могут быть вычислены существующими математическими средствами. Кроме того, производительность производственного процесса может быть увеличена, по крайней мере вдвое за счёт одновременного выполнения двух рядов просечек, и отсутствия поперечных перемещений инструмента.

Отдельный вопрос — сила просечки-вытяжки. Наибольшее значение она принимает на начальном этапе, когда процесс соответствует резке с прямыми параллельными ножами, который при выполнении технологической операции переходит в резку гильотинными ножницами с одновременным растяжением отделенных участков, при котором сила для выполнения технологической операции

становится значительно меньше. Данный фактор, конечно же, не способствует стационарности процесса и сдерживает внедрение новых технологий в производство.

Необходимо отметить, что достаточно перспективным представляется производство ПВС из пластмасс. Как известно, пластические массы — материалы на основе природных или синтетических полимеров, способные под влиянием нагревания и давления формироваться в изделия сложной конфигурации и затем устойчиво сохранять приданную форму. Пластмассы обладают устойчивостью к атмосферным воздействиям, стойкостью к агрессивным средам; пластмассы почти не подвергаются электрохимической коррозии и очень стойки против агрессивных химических сред, некоторые пластмассы по химической стойкости превосходят золото и платину; стойкостью к резким сменам температуры, в частности, стабильностью размеров; высокой механической прочностью при различных нагрузках (таблица 1).

Таблица 1. Прочностные характеристики пластмасс в сравнении с металлами.

Материал	σ_b , МПа	γ , г/см ²	Удельная прочность	
			σ_b/γ	Относительно к Ст. 3
Малоуглеродистая сталь Ст. 3	440	8,0	55	1,0
Чугун	150	8,0	19	0,35
Дюралюминий	390	2,8	140	2,5
Полихлорид	300	1,7	170	3,1
Винипласт	57	1,4	41	0,75
Полиэтилен	16	0,92	17,5	0,32

Современные технологии переработки пластмасс позволяют заменять металлы изделиями из полимерных композитов. Особое место занимают композиты, в частности, древесно-полимерные композиты, которые широко используются во многих отраслях промышленности.

Термомеханическая кривая полимеров, характеризующая зависимость деформации от температуры при постоянной нагрузке (рисунок 5), имеет три участка, соответствующие трем физическим состояниям полимеров.

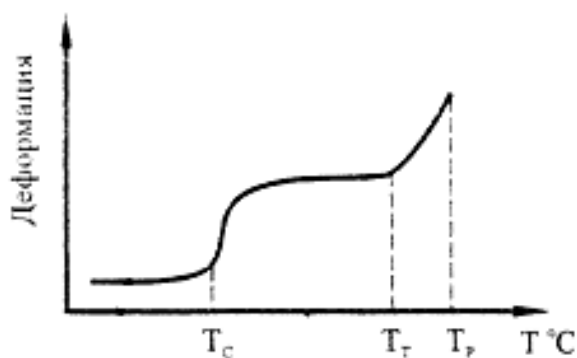


Рисунок 5. Термомеханическая кривая полимеров (пластмасс)

Участок 1 при $0 < T_c$ соответствует стеклообразному состоянию, характеризующемуся большим значением модуля упругости и небольшими упругими деформациями. На этом участке пластмассы ведут себя как хрупкий материал, то есть при повышении температуры деформация почти не изменяется.

Участок 2. При дальнейшем повышении температуры ($T_c < T_T$) вначале происходит резкое увеличение деформации до определенного предела, после которого она остается почти постоянной до температуры T_T . Этот участок соответствует высокоэластическому состоянию полимера, для которого характерны высокие, но обратимые деформации. Таким образом, в интервале от 0 до T_T в полимере имеют место практически только упругие деформации.

На участке 2 материал ведет себя как высокоэластичный резиноподобный материал. Если здесь придать материалу какую-либо форму, то сохранить ее можно только при охлаждении, не снимая нагрузки. Однако при повторном нагреве материал примет первоначальную форму.

Участок 3. При $T_T < T_p$ наступает так называемое истинное течение полимера, который переходит в вязкотекучее состояние, сопровождающееся резким увеличением деформации с ростом температуры вплоть до температуры разложения T_p , при которой (и выше) материал необратимо изменяется. На этом участке материал ведет себя как высоковязкая жидкость. Здесь имеют место полностью необратимые деформации.

На кафедре Автопласт Госуниверситета — УНПК г. Орёл разработан способ изготовления ПВС (см. рисунок 6, патент РФ №2021062), в частности, ПВС из пластмасс, позволяющий повысить производительность и снизить трудоемкость изготовления, а так же повысить качество изделий.

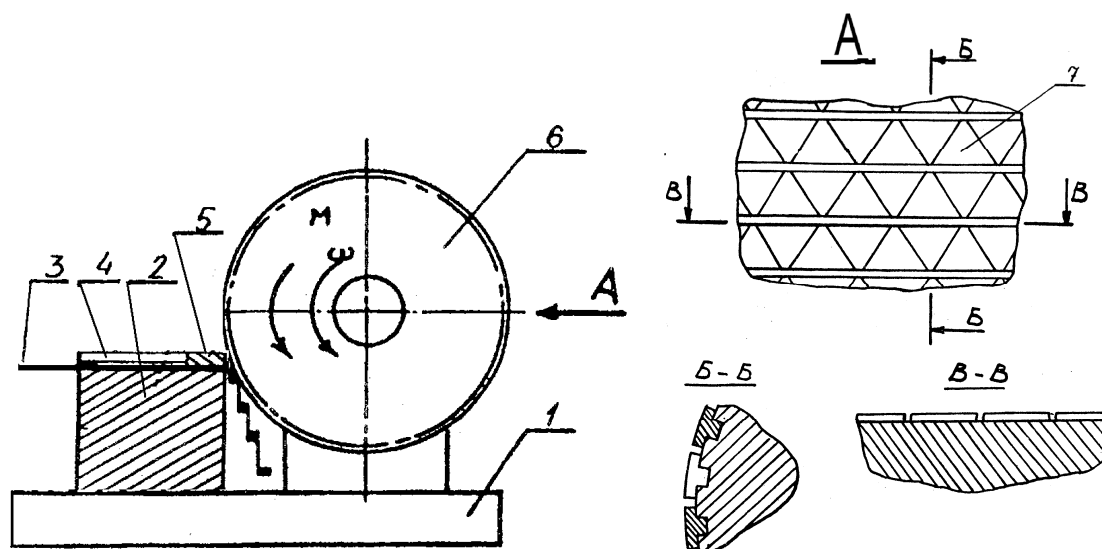


Рисунок 6. Схема установки для изготовления просечно-вытяжной сетки из листового материала. 1 — неподвижная плита, 2 — матрица, 3 — заготовка, 4 — направляющие, 5 — прижим, 6 — ролик-пуансон, 7 — режущие выступы.

Установка работает следующим образом. Предварительно нагретая до температуры, близкой к температуре T_T (см. рисунок 5) пластмассовая листовая заготовка 3 подается в зазор между рядами режущих выступов 7 пуансона 6, выполненного в виде приводного ролика с расположенными по его поверхности в шахматном порядке призматическими выступами, при этом ролик вращается с постоянной угловой скоростью. Выступы, имеющие профиль зубчатого ножа, перемещаясь, производят просечку-вытяжку первого ряда ячеек. Затем производится

подача под следующий ряд режущих выступов и происходит просечка-вытяжка второго ряда за счет того, что выступы расположены в шахматном порядке, при этом ячейки предыдущего ряда приобретают окончательную ромбовидную форму. За счет высокой теплоотдачи температура изделия понижается, имеют место полностью необратимые деформации, и изделие приобретает необходимую жесткость.

Предлагаемые способы производства просечно-вытяжных изделий позволяют повысить производительность, качество, снизить трудоемкость изготовления, однако, открытыми остаются вопросы по скорости деформации, свойствам готовых изделий, зависящим от многих факторов, физических явлений и процессов, происходящих внутри заготовки, а так же на свободных и контактных поверхностях в ходе совершения операции.

Таким образом, для изготовления изделий способом просечки-вытяжки наиболее рациональным способом необходимы дополнительные исследования, как теоретические, с наибольшей вероятностью моделирующие процесс просечки-вытяжки, так и экспериментальные, подтверждающие результаты моделирования.

Литература

1. Гуков Э. А. Совершенствование технологии и оборудования для изготовления просечно-вытяжной сетки: Дис. ... канд. техн. наук/ОрёлГТУ — Орёл, 1998. 122 с.
2. А. с. N 914145 (СССР). Штамп для изготовления просечно-вытяжной сетки. МКИ В 21 D 31/02.
3. А. с. N 1260070 (СССР). Штамп для изготовления просечно-вытяжной сетки. МКИ В 21 D 31/02.
4. Патент 2021062 РФ, МКИ В D 47/02. Устройство для изготовления просечно-вытяжной сетки из листового материала / Голенков В.А., Радченко С.Ю., Марченко В.А., Гуков Э.А. (РФ). — № 5054831/27; заявлено 15.07.92; опубл. 15.07.94, бюл. № 19. — 4 с.: ил.
5. Патент N 2978637 (Российская Федерация) Штамп для изготовления просечно-вытяжной сетки из полосы. МКИ В 21 D 47/02.
6. Голенков В.А., Радченко С.Ю., Гуков Э.А. Анализ деформированного состояния и совершенствование технологии изготовления просечно-вытяжной сетки безотходным методом // Сб. науч. трудов ОрёлГПИ Т. 5. — Орёл, 1994. — С. 208—212.
7. Шевелев В.В., Яковлев С.П. Анизотропия листовых материалов и её влияние на вытяжку. — М.: Машиностроение, 1972. — 135 с.
8. Полетаев Б.А., Козлов Н.А., Грошев В.А. Штамп для производства просечно-вытяжной сетки // Кузнечно-штамповочное производство. 1984. N 12. с.2—6.
9. Виноградов Г. В., Малкип А. Я., Реология полимеров, М.: Химия, 1977. — 440 с.
10. Годовский Ю.К. Теплофизика полимеров. — М.: Химия, 1982. — 280 с.
11. Привалко В.П. Молекулярное строение и свойства полимеров. — Л.: Химия, 1986. — 240 с.
12. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. — М.: Высшая школа, 1983.— 391 с.