

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АРМИРОВАННЫХ ПЛАСТМАССОВЫХ ДЕРЖАТЕЛЕЙ ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫХ ШТАМПОВ

Встановлено вплив напружено-деформованого стану та об'єму пластмаси, що заливається, на працездатність конструкції пластмасового пуансонотримача. На підставі дослідження напружено-деформованого стану армованих пластмасових пуансонотримачей отримані картини розподілу радіальних, тангенціальних і еквівалентних напружень, що дозволило встановити зони доцільного розміщення арматури.

Influence of the is intense-deformed condition and volume of filled in plastic on working capacity is established designs plastic punch holder. Based upon the investigation of the stress-strain state of reinforced plastic punch holders distribution pattern of the radial, tangential and equivalent stresses were obtained, that allowed to establish zones of appropriate placement of reinforcement.

Введение.

Закрепление рабочих элементов штампов пластмассами акрилового класса во многом определяет конструкцию и обеспечивает ряд технико - экономических преимуществ по сравнению с другими видами штамповой оснастки. Однако применение самотвердеющей пластмассы в качестве конструкционного материала в штампах ставит перед разработчиками ряд вопросов, требующих проведения специальных исследований, в частности, исследования прочности и жесткости пластмассовых деталей.

Анализ конструкции разработанных штампов показал, что наиболее ответственным пластмассовым элементом является пуансонодержатель, прочность, жесткость и стабильность размеров которого во многом определяет точность и качество штампуемых деталей, а также работоспособность и надежность всей конструкции в целом. Проведенные исследования позволили выявить наиболее рациональные геометрические размеры заливаемых

частей пуансонов, получить картину напряженно - деформированного состояния пластмассового пуансонодержателя без арматуры. Было установлено также, что армирование пластмассовых элементов значительно повышает их жесткость и компенсирует усадку, но влияние арматуры на напряженно - деформированное состояние пуансонодержателей изучено не было [1, 4].

Это обстоятельство приводит к необходимости исследования напряженно-деформированного состояния армированного пуансонодержателя и получения картины распределения напряжений внутри области для определения схемы наиболее рационального

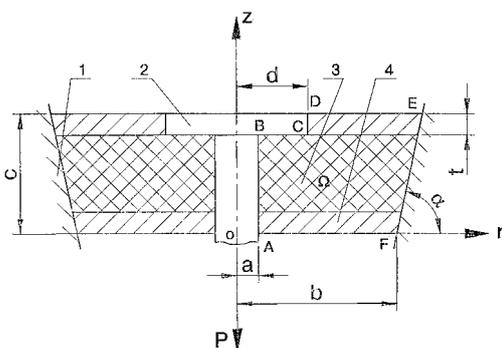


Рис. 1. Расчетная схема армированного пуансонодержателя

расположения арматуры и выявления зон максимальной концентрации напряжений.

Конструкция, технология изготовления и способ закрепления предопределяют его расчетную схему.

Предполагается, что адгезия пластмассы обеспечивает жесткое закрепление по конической боковой поверхности, а её сопряжение с пуансоном препятствует перемещению точек внутри цилиндрической поверхности относительно абсолютного твердого пуансона, т. е. последний, не деформируясь, перемещается с центральной зоной армированного пуансонодержателя и передает ему рабочую нагрузку - усилие съема. На рис. 1 показана расчетная схема неоднородного пластмассового держателя, где 1 - корпус держателя металлический, 2 - пуансон, 3 - пластмасса АСТ-Т, 4 - арматура.

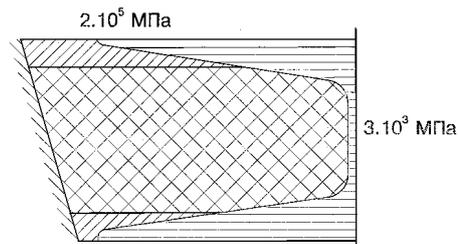


Рис. 2. Эпюра изменения модуля упругости вдоль оси неоднородного пуансонодержателя

Решение поставленной задачи и анализ результатов исследования.

В соответствии с принятой расчетной схемой и условиями закрепления рассматриваемую задачу о напряженно-деформированном состоянии армированного пуансонодержателя можно отнести к задаче теории упругости, а его геометрические размеры относят ее к классу пространственных. Однако форма блока и вид нагружения позволяют представить ее как асимметричную, что значительно упрощает решение [2, 3].

При постановке задачи о напряженно-деформированном состоянии армированного держателя предполагалось, что в связи с его многократным использованием остаточные деформации должны отсутствовать, используемый материал - идеально упругий, зависимость между напряжениями и деформациями подчиняется закону Гука, инерционные и массовые силы отсутствуют, неоднородность держателя описывается следующими выражениями, подобранными с учетом реального поведения аппроксимирующих функций (рис. 2).

$$E = \frac{N_0(E_n - E_{cm})}{L^{2N_0+2}} \left(r - \frac{C}{2}\right)^{2N_0} \left(\left(r - \frac{C}{2}\right)^2 - L^2 \left(1 + \frac{1}{N_0}\right) \right) + E_n;$$

$$\nu = \frac{N_0 - (\nu_n - \nu_{cm})}{L^{2N_0+2}} + \left(r - \frac{C}{2}\right)^{2N_0} \left(\left(r - \frac{C}{2}\right)^2 - L^2 \left(1 + \frac{1}{N_0}\right) \right) + \nu^2,$$

где E - текущий модуль упругости; E_n - модуль упругости пластмассы АСТ-Т; E_{cm} - модуль упругости стали (арматуры); N_0, L - параметры, регулирующие аппроксимацию упругих свойств ($N_0=2; L=12,5$); r - текущий радиус; C - толщина пуансонодержателя; ν - текущий коэффициент Пуассона; ν_n - коэффициент Пуассона пластмассы АСТ-Т; ν_{cm} - коэффициент Пуассона стали (арматуры).

Согласно физической постановке задачи для нахождения компонентов тензоров напряжений и деформаций в области Ω , ограниченной $\partial\Omega$, необходимо решить уравнения равновесия.

$$\mu\Delta U_r + (\lambda + \mu) \frac{\partial I}{\partial r} - \frac{U_r}{r^2} + \frac{\partial \lambda}{\partial r} I + 2 \frac{\partial \mu}{\partial r} \frac{\partial U_r}{\partial r} + \frac{\partial \mu}{\partial Z} \left(\frac{\partial U_r}{\partial Z} + \frac{\partial U_Z}{\partial r} \right) = 0;$$

$$\mu\Delta U_Z + (\lambda + \mu) \frac{\partial I}{\partial Z} + \frac{\partial \lambda}{\partial Z} I + 2 \frac{\partial \mu}{\partial Z} \frac{\partial U_Z}{\partial Z} + \frac{\partial \mu}{\partial r} \left(\frac{\partial U_{rr}}{\partial Z} + \frac{\partial U_Z}{\partial r} \right) = 0.$$

Полученные структурные формулы при исследовании напряженно - деформированного состояния армированных пуансонодержателей реализованы в виде программных модулей генератора программ «Поле – 3».

В данных исследованиях изучалось влияние объема заливаемой пластмассы и толщины армированного пуансонодержателя на его напряженно - деформированное состояние, причем объем пластмассы при равных прочих условиях изменялся за счет варьирования диаметра заливаемого пуансона. Для базового варианта были приняты следующие значения геометрических размеров и экспериментальных нагрузок пуансонодержателя: $a=7,5$ мм; $b=65$ мм; $c=25$ мм; $d=15$ мм; $t=5$ мм; $\alpha=75^0$; $p=10$ кН.

Модули упругости и коэффициенты Пуассона стальной арматуры и пластмассы приняты соответственно следующими:

$$E_{cm}=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}; E_n=3 \cdot 10^3 \text{ МПа}; \nu_{cm}=0,3; \nu_n=0,35.$$

Анализ полученных результатов распределения δ_e и δ_z (рис. 3, 4) показывает, что конусность и адгезия пластмассы накладывают определенные особенности на картину распределения: от центра к периферии тангенциальные (как и радиальные) напряжения меняют знак, кроме того, на верхней плоскости периферийная зона подвержена деформации растяжения, а центральная деформация сжатия, на нижней поверхности наоборот – в центре растяжение, а на периферии сжатие. Причем радиальные напряжения, имеющие большие величины, меняют знак примерно посередине участка от пуансона к боковой поверхности, а тангенциальные - вблизи последней. Эквивалентные напряжения, естественно, знака не имеют и по абсолютной величине меньше радиальных и тангенциальных (в точках с максимальными значениями). Наибольших значений все напряжения достигают в центре пуансонодержателя на границе соединения пластмассы с пуансоном. Резкого изменения величин или концентрации напряжений в окрестности стыка арматуры с пластмассой не наблюдается.

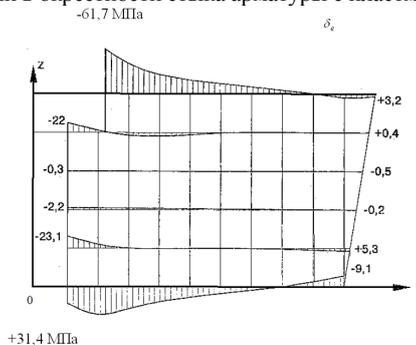


Рис. 3. Эпюра распределение тангенциальных напряжений в меридиональном сечении пуансонодержателя

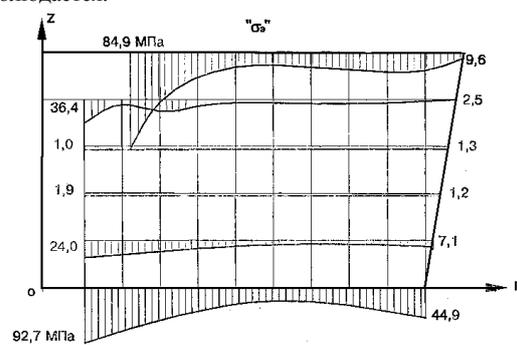


Рис. 4. Эпюра распределение эквивалентных напряжений в меридиональном сечении пуансонодержателя

Объем заливаемой пластмассы, как показали исследования, оказывает существенное влияние на напряженное состояние и несущую способность держателя. При увеличении диаметра пуансона в данном корпусе держателя уменьшается объем, занимаемой пластмассой АСТ-Т, воспринимающей усилие съема. На рис. 5, 6, 7 приведены графики зависимостей соответственно радиальных, тангенциальных и эквивалентных напряжений от диаметра заливаемого пуансона при различных величинах нагрузок.

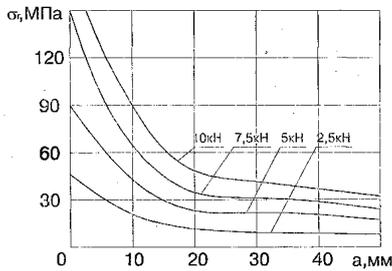


Рис. 5. Зависимость радиальных напряжений от объема заливаемой пластмассы

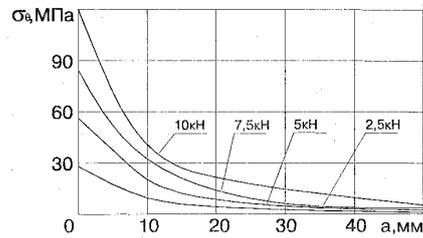


Рис. 6. Зависимость тангенциальных напряжений от объема заливаемой пластмассы

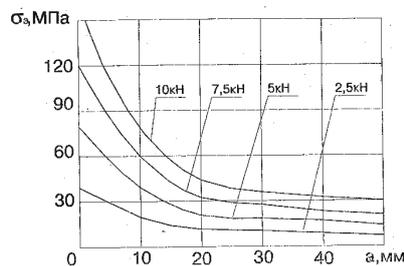


Рис. 7. Зависимость эквивалентных напряжений от объема заливаемой пластмассы

В качестве наиболее характерной точки в исследуемой области выбрана точка А (рис. 1) нижней поверхности держателя, где напряжения и перемещения достигают максимальных значений. Как следует из графиков, качественно картины зависимостей напряжений от объема пластмассы в армированных держателях аналогичны: меньшим усилиям съема соответствуют меньшие величины напряжений, уменьшающихся при увеличении диаметров заливаемых пуансонов, причем для меньших значений нагрузок интенсивность изменения напряжений уменьшается. Для постоянного усилия съема наибольшая интенсивность уменьшения напряжений во всех случаях наблюдается в интервале изменения диаметров пуансонов от 0 до 20мм [3].

Характерной особенностью распределения напряжений в рассматриваемом сечении является то, что наибольшие значения напряжения имеют на верхней и нижней поверхностях, а при удалении каждой из них не более чем на 0,2 толщины, они практически отсутствуют, то есть центральная по толщине зона, занимающая примерно 0,6 с, свободна от напряжений. Такая картина распределения однозначно показывает зоны целесообразного расположения арматуры - верхняя и нижняя поверхности пуансонодержателя.

Выводы.

На основании исследования напряженно – деформированного состояния армированных пластмассовых пуансонодержателей получены картины распределения радиальных, тангенциальных и эквивалентных напряжений, что позволило установить зоны целесообразного размещения арматуры.

В целях обеспечения наиболее благоприятных условий нагружения пуансонодержателей, для уменьшения величины возникающих напряжений необходимо уменьшить объем заливаемой пластмассы, при этом объем заливаемых частей пуансонов должен составить не менее 30% общего объема полости корпуса пуансонодержателя.

Список литературы

1. Жолткевич Н.Д., Заярненко Е.И., Мовшович А.Я. Закрепление рабочих элементов переналаживаемых штампов пластмассой АСТ-ТМ: - Производственно-технический бюллетень.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке – М.-Л.: Машиностроение. 1979 – 520с.
3. Семенова О.П., Мовшович А.Я., Горницкий А.Я. Штампы из композиционных материалов для разделительных операций листовой штамповки. М: Ж. Кузнечно-штамповочное производство. - №12, 1996 – с.10-12.
4. Будённый М.М., Мовшович А.Я., Семёнова О.П. Повышение износостойкости формообразующих элементов штампов. Краматорск – Надежность режущего инструмента и оптимизация технологических систем. - №4, 1997 – с.100-106.