

УДК 621.98.073

Айнабекова С. С.  
Есболат А. Б.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

Проблема водной безопасности Республики Казахстан (безопасности водохозяйственной жизнедеятельности) в условиях ограниченности и уязвимости водных ресурсов рассматривается как компонент национальной безопасности. Это вызвано тем, что пресная вода – важнейший природный ресурс, без которого невозможна никакая деятельность человека и который ничем нельзя заменить. Основными угрозами в области водообеспечения республики являются глобальные и региональные изменения климата, несогласованность межгосударственных водных отношений, использование водозатратных технологий и несовершенство технических средств водорегулирования и водораспределения. В настоящее время особенно актуальны проблемы трансграничных вод, поскольку речные системы – составляющие региональных и глобальных гидрологических циклов – не имеют границ. При всех существующих сегодня механизмах решения трансграничных проблем тенденция их обострения сохраняется. Водных ресурсов уже не хватает для нужд сельского хозяйства, населения и промышленности.

Вопросы создания условий для развития рынка жилищно-коммунальных услуг, повышения инвестиционной привлекательности ЖКХ, использования ресурсосберегающих технологий – становятся приоритетными направлениями дальнейшего развития страны [1].

Арматура – неотъемлемая часть любого трубопровода. Трубопроводная арматура представляет собой устройства, предназначенные для управления потоками жидкостей или газов, транспортируемых по трубопроводам [2–3].

Как известно, любой магистральный трубопровод состоит из линейной части, перекачивающих (газокомпрессорных или насосных) и распределительных станций, предназначенных для направления транспортируемой среды потребителям.

Запорная арматура – предназначена для полного перекрытия потока рабочей среды в трубопроводе и пуска среды в зависимости от требований технологического процесса (цикл «открыто-закрыто»). Сюда относятся задвижки, краны, запорные клапаны, поворотные затворы. Основное назначение запорно-регулирующей арматуры – перекрывать поток рабочей среды по трубопроводу и снова пускать среду, а также обеспечивать необходимую герметичность [4]. Завод трубопроводной арматуры следит за качеством выпускаемой продукции.

Арматура и обратные затворы считаются работоспособными, если:

- обеспечивается прочность и плотность материалов деталей и сварных швов, работающих под давлением;
- не наблюдается пропуск среды и потение сквозь металл и сварные швы;
- обеспечивается герметичность всех уплотнений и фланцевых соединений;
- обеспечивается герметичность затвора арматуры и обратного затвора в соответствии с требованиями настоящего документа;
- обеспечивается (в том числе электроприводом арматуры) плавное перемещение без рывков и заеданий всех подвижных частей;
- обеспечивается отключение электропривода арматуры при достижении затвором крайних положений и при превышении допустимого значения крутящего момента.

При невыполнении любого из этих условий арматура и обратные затворы считаются неработоспособными и выводятся из эксплуатации.

С целью изготовления быстроизнашивающихся деталей в процессе эксплуатации вентилей смоделировали технологический процесс изготовления деталей запорной арматуры. Особенно износу подвергаются детали соединения узла шпинделя со штоком, состоящего из двух планок ползуна поз. 17 с ползуном поз. 18, скрепленных между собой двумя болтами поз. 16 с гайками (рис. 1). На рис. 2 представлен чертежи детали ползуна и ее развертка.

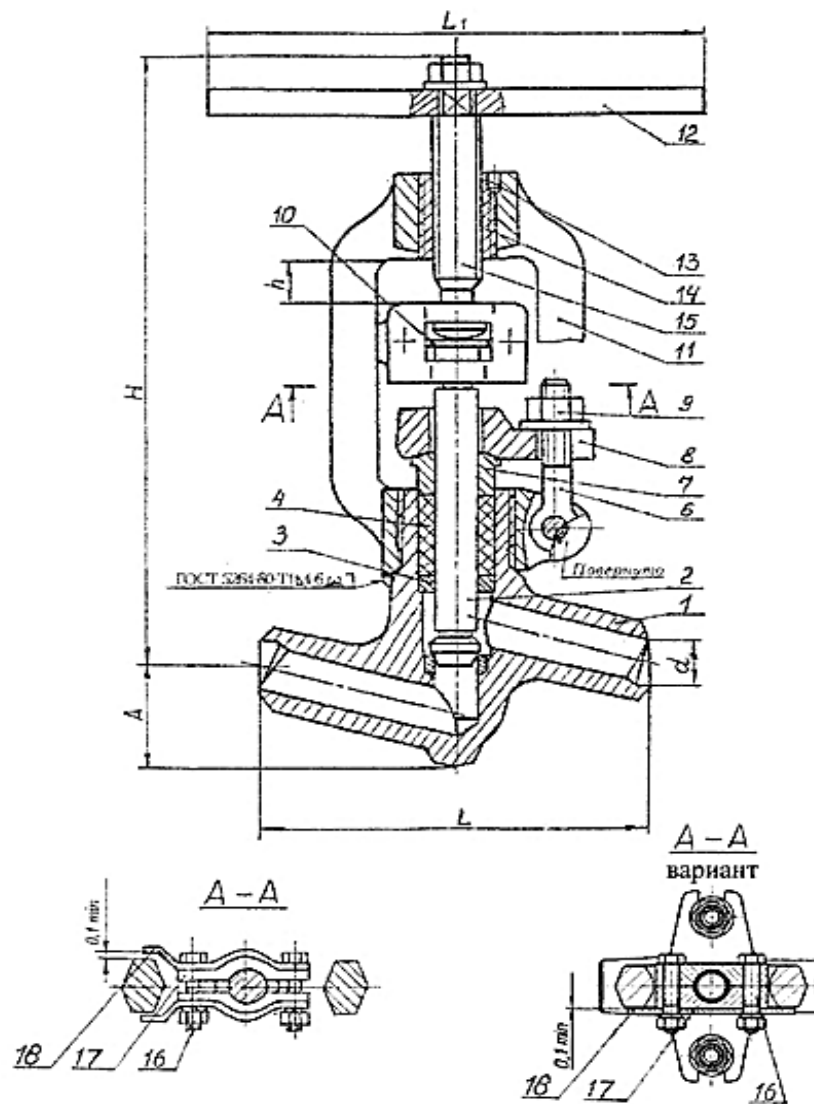


Рис. 1. Вентили запорные

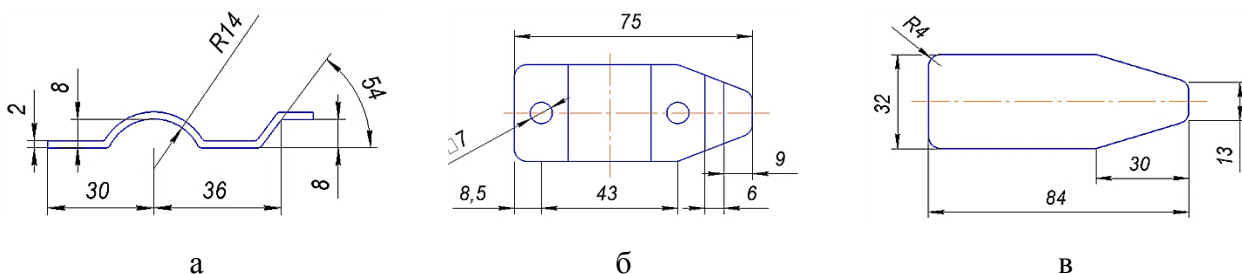


Рис. 2. Ползун: а – вид сбоку; б – вид сверху; в – развертка

По технологическим и конструкционным расчетам для изготовления детали ползуна были сконструированы штампы последовательного действия в программном комплексе Deform-3D (рис. 3, 4).

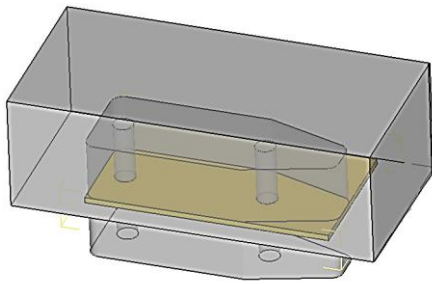


Рис. 3. Штамп для вырубки и пробивки

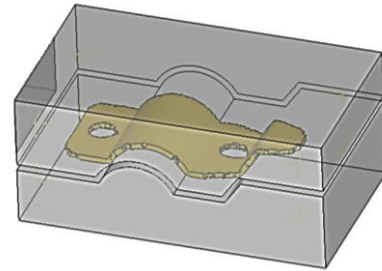


Рис. 4. Штамп для гибки формовки

Для изготовления детали применяют малоотходный тип раскроя (рис. 5), далее полосу вводят в вырубной штамп, после чего деталь вырубается по контуру, и пробиваются соответствующие отверстия. После деталь перемещают во второй штамп, где производятся одновременно последующие операции формовки и гибки части детали, в соответствии с размерами данного чертежа.

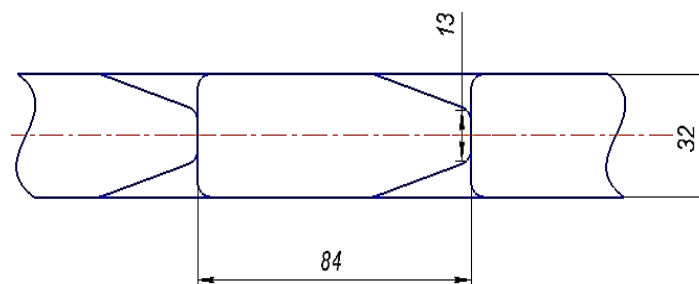


Рис. 5. Малоотходный тип раскроя

На рис. 6 представлены изменения напряжений, возникающих при ходе операций вырубки детали и пробивки отверстий.

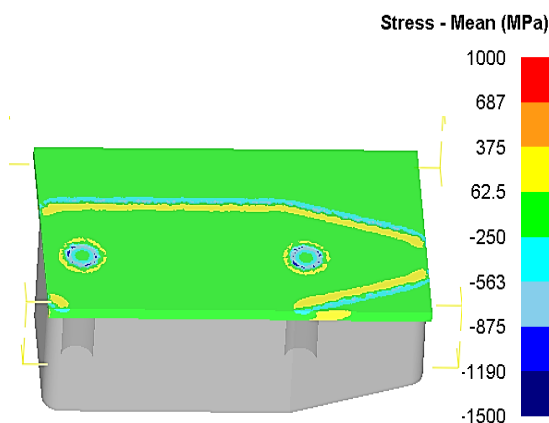


Рис. 6. Изменения напряжений при вырубки и пробивке (2 шаг)

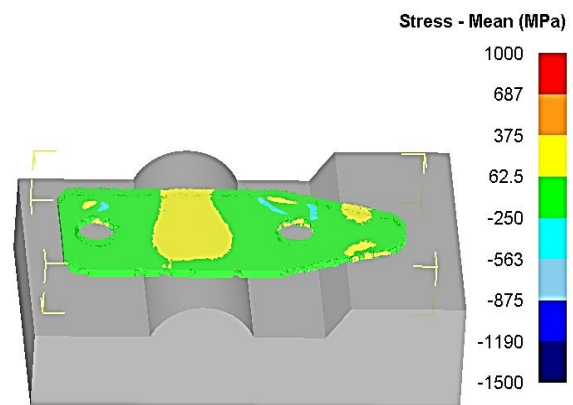


Рис. 7. Изменения напряжений при формовке и гибке (2 шаг)

По результатам моделирования видно, что при вырубки и пробивке по контуру вырубки контура и пробивки возникают растягивающие напряжения, что соответствует местному разрушению металла.

На рис. 7–8 представлены изменения напряжений, возникающих при ходе операций гибки и формовки. В процессе обработки во втором штампе в области формовки и гибки возникают небольшие растягивающие напряжения. При дальнейшей обработке растягивающие напряжения сменяются напряжениями сжатия, что соответствует завершению процесса обработки. Изменение температуры тоже в пределах допустимых значений (рис. 9–11).

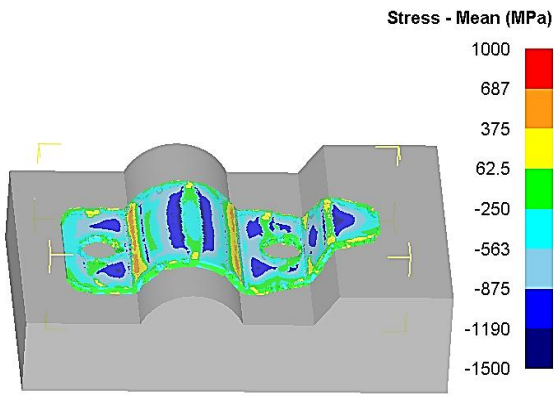


Рис. 8. Изменения напряжений при формовке и гибке (последний шаг)

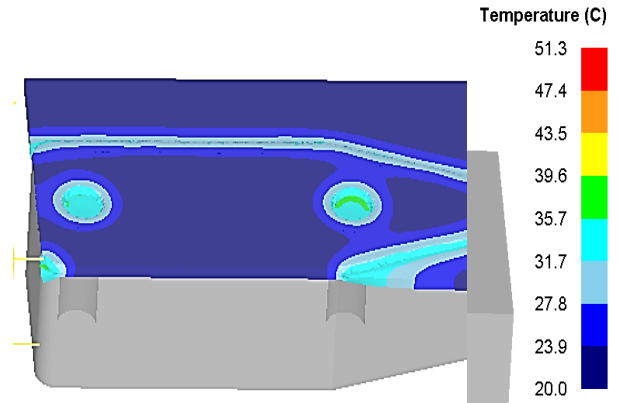


Рис. 9. Изменение температуры при вырубке и пробивке

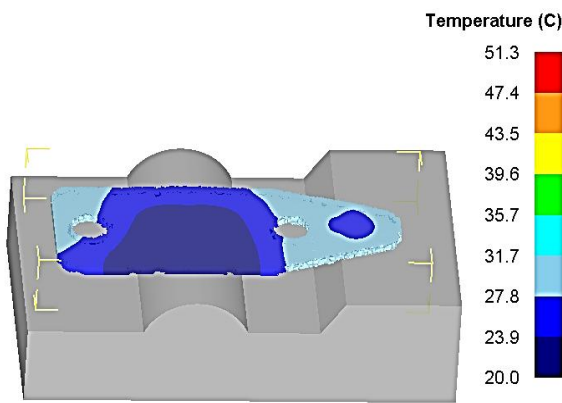


Рис. 10. Изменение температуры при формовке и гибке (шаг после 1 штампа)

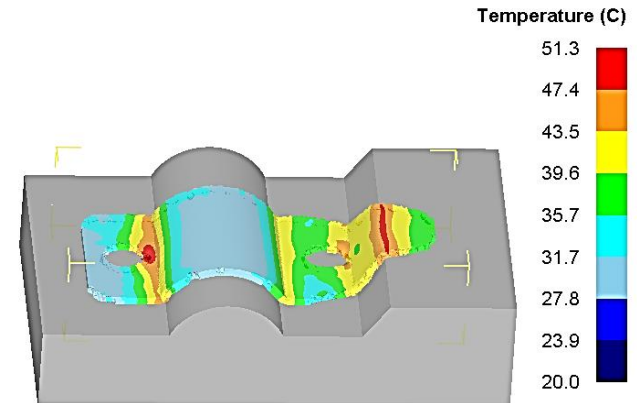
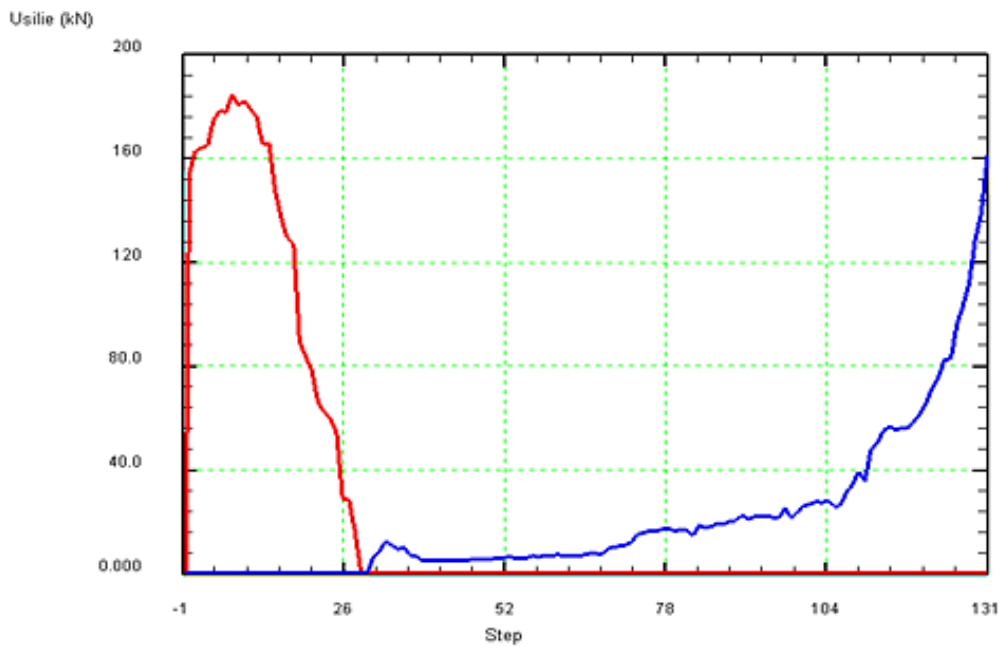


Рис. 11. Изменение температуры при формовке и гибке (последний шаг)



— — усилие вырубке и пробивки; — — усилие формовки и гибки

Рис. 12. График изменения усилий при операциях, выполняемых в последовательном штампе

По графику усилия (рис. 12) видно, что максимальные усилия возникают в процессе вырубки и пробивки. Достигнув максимума, усилие вырубки резко снижается в конце операции. При штамповке во втором штампе усилие увеличивается при выполнении операции формовки, далее снижается и вновь возрастает при операциях гибки.

## ВЫВОДЫ

Представлены графики изменения напряжений, температуры и усилия при ходе операций вырубки детали и пробивки отверстий, гибки и формовки. Из графиков видно, что максимальные усилия возникают в процессе вырубки и пробивки. Достигнув максимума, усилие вырубки резко снижается в конце операции. При штамповке во втором штампе усилие увеличивается при выполнении операции формовки, далее снижается и вновь возрастает при операциях гибки. Приведены результаты моделирования в разрабатываемых штампах. На основании этого можно сделать заключение о работоспособности штампов последовательного действия для изготовления деталей запорной арматуры.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Запорная арматура нового поколения* / А. К. Нуркина // *Водные ресурсы и водопользование*. – 2012. – № 11 (106). – С. 35–48.
2. *Справочник по арматуре для газо- и нефтепроводов*. – Л. : Недра, 1988. – 462 с.
3. *Скугорова Л. П. Материалы для сооружения газонефтепроводов и хранилищ : учебник для вузов / Л. П. Скугорова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Нефть и газ, 1996. – 350 с.*
4. *СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы*. – Взамен СНиП II-45-75 ; введен 01.01.1986. Статус : действующий.

## REFERENCES

1. *Zapornaja armatura novogo pokolenija* / A. K. Nurkina // *Vodnye resursy i vodopol'zovanie*. – 2012. – № 11 (106). – S. 35–48.
2. *Spravochnik po armature dlja gazo- i nefteprovodov*. – L. : Nedra, 1988. – 462 s.
3. *Skugorova L. P. Materialy dlja sooruzhenija gazonefteprovodov i hranilishh : uchebnik dlja vuzov / L. P. Skugorova. – 3-e izd., pererab. i dop. – M. : Neft' i gaz, 1996. – 350 s.*
4. *SNiP 2.05.06-85\*. Magistral'nye truboprovody*. – Vzamen SNiP II-45-75 ; vveden 01.01.1986. Status : dejstvujushhij.

Айнабекова С. С. – магистр, ст. преп. каф. ОМД КГИУ;

Есболат А. Б. – магистрант КГИУ.

КГИУ – Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Казахстан.

E-mail: [asaules@mail.ru](mailto:asaules@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 27.02.2018 г.