

Исследование показало, что в интервале углов конусности (0; 180°) единственным решением для $\alpha_{\text{опт}}$ является

$$\alpha_{\text{опт}} = 2 \arcsin \left(\frac{C_{\text{мп}} + 0,0138C_n}{2,07C_n} \right)^{\frac{4}{19}} = 2 \arcsin \left(\frac{C_{\text{мп}}}{2,07C_n} + 0,067 \right)^{\frac{4}{19}}. \quad (6)$$

Анализ расчетов по формуле (6) показывает, что для конструктивно обоснованных значений параметров, входящих в формулу (6), минимальные потери напора и, как следствие, максимальное воздействие струи рабочей жидкости, будут отмечаться при значении угла конусности $\alpha_{\text{опт}} = 39\text{--}43^\circ$ [5].

Список использованных источников

1. Бочаров, В.П. Расчет и проектирование устройств гидравлической струйной техники / В.П. Бочаров. – Киев: Техник, 1987. – 12 с.
2. Способы очистки металлических поверхностей: пат. №21512, Респ. Беларусь, МПК В 08В 3/04 / И.В. Качанов, А.Н. Жук, А.В. Филипчик, А.С. Исаенко; дата публ. 30.12.2017.
3. Качанов, И.В. Технология струйной гидроабразивной очистки и защиты от коррозии стальных изделий с применением бентонитовой глины / И.В. Качанов, А.В. Филипчик, В.Е. Бабич, А.Н. Жук, С.И. Ушев. – Минск: БНТУ, 2016. – 168 с.
4. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления / А.Д. Альтшуль. – М.: Недра, 1982. – 224 с.
5. Качанов И.В., Верременюк В.В., Мойса А.С., А.В. Филипчик. Расчет оптимального угла конусности конфузора. – Минск: Агропанорама, 2016. – С. 7–10.

УДК 620.4539.37

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКОРОСТНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РЕЗЦОВ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ МАШИН

*И.В. Качанов, И.М. Шаталов, С.А. Ленкевич, К.Ю. Быков, В.С. Рабченя
Белорусский национальный технический университет*

Современное развитие промышленного производства тесно связано с использованием наукоемких и высоких технологий, обеспечивающих конкурентоспособность выпускаемой продукции на мировом рынке путем внедрения новых эффективных процессов обработки материалов при одновременном снижении энерго- и ресурсопотребления. В этой связи большими потенциальными возможностями обладают технологии, основанные на получении биметаллических формообразующих деталей штамповой оснастки методом скоростного горячего выдавливания (СГВ), позволяющие за один удар получать высокоточные изделия с экономией штамповых сталей до 90 %. Эти технологии могут получить широкое применение для получения отечественных биметаллических резцов для снятия асфальтобетонных покрытий.

Профилирование старого асфальтобетонного покрытия – это автоматически управляемый процесс его холодного фрезерования для восстановления заданного поперечного и продольного профиля, удаления бугров, выбоин, зон износа, а также других дефектов покрытия, что и выполняют современные дорожные фрезы (дорожная фреза фирмы Wirtgen).

Чтобы разработать технологический процесс изготовления биметаллического инструмента методом СГВ, необходимы информация о характере пластического течения, а также сведения об откликах системы «штамп – инструмент – деформируемый образец» на изменение технологических параметров. Для получения такой информации могут быть использованы методы экспериментального исследования и теоретического моделирования, а также их комбинации. Главная трудность применения всех методов экспериментального исследования заключается в необходимости изготовления технологической оснастки, стоимость которой весьма значительна.

Альтернативой экспериментальному и теоретическому методам исследований является использование имитационного моделирования процессов объемной штамповки с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Неоспоримое и весьма ценное достоинство этого метода – возмож-

ность проведения комплексного физико-механического анализа, который базируется на основных концептуальных положениях, законах и теоремах механики сплошной среды вообще и деформируемого твердого тела в частности. Корректная модель в МКЭ максимально приближена к реальному физическому процессу и позволяет учитывать весьма тонкие физические эффекты.

Целью исследований являлось создание компьютерной модели процесса скоростного горячего выдавливания для интенсификации процесса разработки технологии изготовления биметаллических резцов для дорожных машин и сопоставление полученных результатов моделирования и экспериментальных исследований. Для проведения исследований и отработки технологии в качестве прототипа был выбран резец фирмы Wirtgen W6/20. Используя его размеры был разработан эскиз опытного биметаллического резца, на основе которого была создана модель для анализа пластического течения в среде программы DEFORM-3D.

Сравнительный анализ пластического течения реальных и модельных образцов, полученного в результате компьютерного моделирования, лабораторных и натурных исследований, показал качественную и достоверную картину пластического течения в процессе скоростного горячего выдавливания. Моделирование в DEFORM-3D позволяет исключить сложные расчеты и значительно сократить число экспериментальных исследований при разработке новых технологических процессов. Возможность «обратного» моделирования позволяет до проведения экспериментальных исследований установить оптимальную форму изготовления составной биметаллической заготовки, что представляет собой вклад в теорию математического планирования эксперимента в части установления минимального количества экспериментов с прогнозируемым расположением поверхности соединяемых разнородных материалов в процессе изготовления биметаллических деталей различного функционального назначения.

На рисунке 2 представлены фото образцов биметаллических резцов для дорожных машин, полученных методом СГВ, до и после натурных испытаний на автодорогах Республики Беларусь.



Рисунок 2 – Фото образцов биметаллических резцов для дорожных машин до испытания и после испытания на автодорогах РБ

Проведенные компьютерные, лабораторные и натурные исследования дорожных резцов позволили сделать вывод о принципиальной возможности производства отечественных дорожных резцов в рамках импортозамещения.

УДК 626.4

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ВОРОТ ШЛЮЗА ОТ НАВАЛА СУДОВ

М.А. Колосов, К.П. Моргунов

*Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова,
г. Санкт-Петербург*

Защита ворот судоходного шлюза от повреждения или разрушения при навале судна предполагает создание устройств, способных остановить его перед воротами, для чего необходимо создать тормозное воздействие, обеспечивающее гашение энергии движения судна.