

подъемной силы наблюдается при малых скоростях и скеговой конструкции, при этом способ подачи воздуха существенно не влиял на величину подъемной силы.

5. Оптимальное давление подачи воздуха в днищевую часть 3D-модели судна составило $P = 0,02\text{--}0,04$ МПа. Дальнейшее увеличение давления не влияло на рост подъемной силы, а лишь приводило к росту силы гидравлического сопротивления движению.

УДК 620.4539.37

Компьютерное моделирование в DEFORM-3D процесса скоростного выдавливания биметаллических резцов для дорожных машин

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

В статье приведены результаты моделирования дорожных резцов в DEFORM-3D и результаты их испытаний в лабораторных (на кафедре «ГЭСВТГ» БНТУ) и натурных (на дорогах г. Минска и Минского района РБ) условиях. На основании полученных результатов сделан вывод о принципиальной возможности производства отечественных дорожных резцов в рамках импортозамещения.

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 % [1, 2]. 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 (рис. 1).

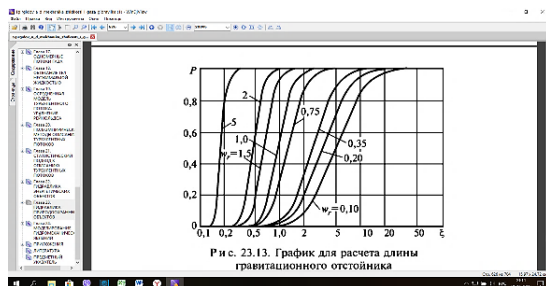


Рис. 1. Современная дорожная фреза фирмы Wirtgen для снятия асфальтобетонного полотна

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.

Существенным недостатком теоретических методов является трудность или невозможность их применения к исследованию сложных процессов СГВ. Кроме того, к недостаткам следует отнести некорректность принимаемых допущений: усреднение интенсивности напряжений по очагу пластической деформации, затрудненность или невозможность учета реальных контактных условий и формоизменения деформируемого образца на каждом этапе протекания процесса, отсутствие учета волновых эффектов при ударном воздействии инструмента на деформируемую заготовку.

Альтернативой экспериментальному и теоретическому методам исследований является использование имитационного моделирования процессов объемной штамповки с помощью метода конечных элементов (МКЭ). Неспоримое и весьма ценное достоинство этого метода – возможность 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 [3, 4].

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.

При компьютерном моделировании в DEFORM-3D для оптимизации экспериментальных исследований пластического течения биметаллических заготовок существует возможность создания «обратной» модели. Задавая в модели деформированного образца требуемую линию раздела двух металлов и «обратным» моделированием придавая составному образцу форму до деформации, можно установить оптимальную форму сопряжения двух частей исходной заготовки [5].

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



Рис. 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.

Литература

1. Качанов, И. В. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий / И. В. Качанов; под ред. Л. А. Исаевича. – Минск: Технопринт, 2012. – 327 с.
2. Скоростное горячее выдавливание стержневых изделий с плакированием торцевой части / И. В. Качанов [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 198 с.
3. Исследование технологических возможностей поперечного выдавливания методом конечных элементов / К. М. Иванов [и др.] // Металлообработка. – № 2, 2001. – С. 24–27.
4. Иванов. К. М. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД: учеб, пособие / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. – СПб: Ин-т машиностроения, 2000. – 217 с.
5. Качанов, И. В. Моделирование процесса скоростного выдавливания биметаллических резцов для дорожных машин в среде программы DEFORM-3D / И. В. Качанов, А. А. Рубчяня, И. М. Шаталов. – Наука и техника. Международный научно-технический журнал. Серия 1. Машиностроение. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 198–204.

УДК 628.112

Прогноз изменения характеристик водозабора подземных вод на основе его обследования

Крицкая В. И., Ивашечкин В. В., Кондратович А. Н.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В этой работе рассмотрена усовершенствованная методика обследования отдельных элементов и сооружений водозабора подземных вод, которая позволяет оценить их текущее техническое состояние и сделать прогнозный расчет изменения производительности скважин на следующий период эксплуатации на основе решения уравнений динамического равновесия водозабора.

Натурное обследование водозаборов подземных вод проводится для уточнения и получения фактических параметров оборудования и сооружений водозабора, оптимизации режимов его работы с анализом их