

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРОЧНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛОЙНОГО ЛАЗЕРНОГО СИНТЕЗА

Л. Н. РАБИНСКИЙ, Г. РЕСУЛКУЛЫЕВА

Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

Получены результаты численного решения плоской задачи о пошаговом росте тонкой вертикальной стенки в процессе ее послойного лазерного выращивания. В предложенном методе моделирования конечно-элементная сетка строится на каждом новом шаге расчета, а решения на разных шагах расчета сращиваются путем переопределения и экстраполяции начальных условий.

В результате тестовых расчетов выявлено, что для изделий простой геометрии можно использовать квазистационарные решения для приближенной оценки макроскопического теплового состояния.

Показано, что пошаговое решение нестационарной задачи для растущего тела и соответствующее квазистационарное решение оказываются близкими. Показано, в частности, что такой подход предоставляет возможность получения быстрых прогнозов, позволяющих принять оперативное решение о выборе параметров синтеза для конкретной области геометрии выращиваемого изделия, при этом область, для которой строится квазистационарное решение, должна быть достаточно большой, чтобы в процессе выращивания в ней успевал реализоваться стационарный режим. В проведенных тестовых расчетах получено, что квазистационарная оценка может применяться при выращивании тонкой вертикальной металлической стенки с высотой равномерного роста не менее одного сантиметра.

Показано, что упрощенные квазистационарные решения могут быть полезны для первоначальной оценки возможности возникновения макроскопических градиентов температуры, которые могут приводить к критическому искажению геометрии изделий или к их отрыву от рабочей платформы в процессе синтеза. Проведены оценки точности метода прогноза теплового состояния изделий на базе квазистационарных решений. В частности, можно приближенно оценить размер прогретой области детали, средний уровень нагрева, характер распределения и отвода тепла в процессе синтеза, в то же время точную оценку теплового состояния, несомненно, необходимо получать, проводя нестационарные расчеты для растущих структур.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 20-01-00517).

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Е. Г. САРАСЕКО

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

Транспортный комплекс при выполнении своей важной социально-экономической функции потребляет значительное количество топливно-энергетических и других невозобновляемых ресурсов. На всех стадиях производства, эксплуатации и утилизации транспортных средств окружающей среде и обществу наносится значительный экологический ущерб, связанный:

- с выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- транспортным шумом и вибрацией;
- загрязнением почвенного покрова и водных ресурсов;
- образованием отходов;
- изъятием земельных и лесных ресурсов при строительстве транспортной инфраструктуры [1].

В процессе эксплуатации транспорта в атмосферный воздух попадает большое количество загрязняющих веществ, содержащихся в отработавших газах силовых установок. Наиболее канцерогенными из них являются: оксид углерода; диоксиды азота и серы; сажа; альдегиды; соединения тяжелых металлов; углеводороды [1].

Воздействие основных загрязнителей природной среды от автотранспортных средств на здоровье человека приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Действие загрязняющих веществ на организм человека [2]

Загрязняющее вещество	Воздействие на организм человека
Оксид углерода	Препятствует кислородному обмену в крови, поражает нервную систему, нарушает сердечную деятельность
Оксиды азота	Раздражает глаза и слизистые оболочки
Углеводороды	Способствуют развитию раковых заболеваний
Сажа	Раздражает слизистые оболочки; способствует развитию раковых заболеваний; оказывает воспалительное действие
Бенз(а)пирен	Наиболее типичный химический канцероген, он опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством
Свинец	Поражает нервную систему и костную ткань

За период с 2002 по 2012 год количество автомобилей в Республике Беларусь возросло на 65 %, при этом доля личных автомобилей за указанный период составляет более 71 %, с постоянной тенденцией к увеличению. 21 % автопарка республики сосредоточен в городе Минске [1].

В настоящее время различают различные отрицательные экологические последствия автомобилизации на загрязнение окружающей среды, например:

- ингредиентное: воздух, вода, почва;
- параметрическое: шум, тепло, электромагнитное излучение, вибрация;
- связанное с потреблением ресурсов, затратами труда, сокращением мест обитания, гибелью живых организмов [2].

В связи с этим, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду (ОС) от воздействия автотранспортных средств может быть обеспечено:

- безопасностью движения;
- снижением шума от автотранспортных средств;
- снижением выбросов ингредиентов, загрязняющих окружающую среду [2].

Снижение шума – это бесшумность двигателя, коробки передач, главной передачи, тормозных механизмов шин, плотность соединений кузова, стабильность и бесшумность в процессе эксплуатации автомобиля. Различают активные и пассивные методы защиты от шума. К активным относятся методы и средства, устраняющие источники возникновения шума (уменьшение зазоров и повышение точности изготовления деталей, замена металлических деталей пластмассовыми и др.). К пассивным относятся методы и средства шумозащиты, шумопоглощения и шумоизоляции.

Снижение выбросов ингредиентов, загрязняющих окружающую среду, – это переход на более экологически чистые виды топлива; применение различных конструкций нейтрализаторов отработавших газов (ОГ) двигателей; полнота сгорания топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) при всех режимах работы; отсутствие отравляющих компонентов в отработавших газах; предотвращение попадания картерных газов в атмосферу. Нейтрализаторы отработавших газов получили широкое распространение для снижения количества выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания и уменьшения их уровней токсичности. Принцип нейтрализации токсичных компонентов отработавших газов основан на беспламенном каталитическом дожигании горючих токсичных компонентов на поверхности каталитического блока. При этом оксид углерода преобразуется в двуокись углерода, а углеводороды – в двуокись углерода и воду. Установка нейтрализаторов отработавших газов применяется как дополнительное оборудование, которое без значительных изменений в конструкции двигателя легко встраивается в выпускной тракт двигателя и обеспечивает внешнюю экологическую очистку. Каталитическая нейтрализация помимо окислительных реакций предполагает использование и восстановительных: для восстановления оксидов азота в исходные вещества – кислород и азот. Катализаторы представляют собой собственно активный каталитический слой, нанесенный на инертное тело – носитель, который размещают в корпусе нейтрализатора. В окислительных и восстановительных реакциях могут применяться относительно дешевые окисные катализаторы на основе меди, марганца, никеля, хрома и других, но они обладают малой долговечностью и эффективностью. Поэтому достаточное распространение получили катализаторы на основе благородных металлов – платино-палладиевые,

дающие степень очистки 70–90 %. Ограничивают применение каталитических нейтрализаторов высокая стоимость, невозможность работы с этилированным бензином (соединения свинца и серы выводят катализаторы из строя) и жесткие технические требования к их конструкции [2].

Также одним из решений проблем теплового загрязнения атмосферы и загрязнения атмосферы вредными веществами является переход двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на альтернативные топлива. Альтернативным, но пока не перспективным топливом для дизельных ДВС является диметиловый эфир. Он производится из природного газа, из которого сначала получают метанол, а затем диметиловый эфир. Диметиловый эфир имеет свойства, аналогичные свойствам дизельного топлива. Перспективным альтернативным топливом для ДВС является биотопливо. Недостатком его является некоторое загрязнение атмосферы при его производстве. Необходимо отметить, что наиболее значительными продуктами биотоплива являются биоэтанол – жидкое спиртовое топливо (безводный спирт) и биодизель – эфиры растительных масел или животных жиров, получаемых в результате химической реакции масла или жира с метанолом [3].

Список литературы

1 Стратегия по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух Республики Беларусь на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://naturegomel.by/sites/default/files/inline/files/strategiya_po_snizheniyu_vrednogo_vozdeystviya_transporta.pdf. – Дата доступа : 12.05.2020.

2 **Борисова, Г. М.** Нормативы по защите окружающей среды: курс лекций / Г. М. Борисова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 95 с.

3 Меры по снижению загрязнения атмосферы вредными веществами [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mcx-consult.ru/meru-po-snizheniyu-zagryazneniya-at> – Дата доступа : 12.05.2020.

УДК: 539.31

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НЕОГРАНИЧЕННОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАСТИНЫ КИРХГОФА

А. О. СЕРДЮК¹, Д. О. СЕРДЮК¹, Г. В. ФЕДОТЕНКОВ^{1,2}

¹Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация

²НИИ механики МГУ им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

Пластины представляют широкий класс конструктивных элементов в авиации и космонавтике. Исследование их напряженно-деформированного состояния при статических и ударных нагрузках является неотъемлемым этапом проектирования новых конструктивных элементов перспективных летательных аппаратов. Наиболее трудоемким является исследование поведения конструкций при нестационарных динамических воздействиях, поскольку в этом случае присутствует существенная неоднородность напряженно-деформированного состояния по координатам и времени.

В трудах [1, 2] исследуются вопросы нестационарной динамики изотропных пластин и оболочек. Задачи нестационарной динамики анизотропных пластин и цилиндрических оболочек освещены в работах [3–5].

Объектом исследования является тонкая пластина постоянной толщины h . Движение пластины рассматривается относительно декартовой системы координат $Ox_1x_2x_3$. Плоскость Ox_1x_2 совпадает со срединной плоскостью пластины. В начальный момент времени к невозмущенной пластине прикладывается нестационарное нормальное давление $p(x_1, x_2, t)$.

Материал пластины принят упругим и анизотропным с симметрией относительно срединной плоскости пластины. Для пластины Кирхгофа он характеризуется шестью независимыми упругими постоянными $C^{1111}, C^{1122}, C^{1112}, C^{2222}, C^{2212}, C^{1212}$.

Уравнение движения анизотропной пластины в перемещениях имеет вид:

$$\rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = -ID(w) + p(x_1, x_2, t),$$

$$D(w) = c_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x_1^4} + c_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial x_2^4} + 2(c_{12} + 2c_{66}) \frac{\partial^4 w}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + 4c_{16} \frac{\partial^4 w}{\partial x_1^3 \partial x_2} + 4c_{26} \frac{\partial^4 w}{\partial x_1 \partial x_2^3}, \quad (1)$$

где $c_{11} = C^{1111}, c_{12} = C^{1122}, c_{16} = C^{1112}, c_{22} = C^{2222}, c_{26} = C^{2212}, c_{66} = C^{1212}, I = h^3 / 12$.