пулированной средой играют процессы теплообмена между металлом и газом, вязкость среды, а также изменение объемной концентрации самих частиц под действием давления в проходящей ударной волне, что необходимо учитывать в расчетах. Соответствие численных и экспериментальных данных свидетельствует о достоверности используемой методики и результатов математического моделирования.

Работа выполнена при частичном финансировании РФФИ (проект № 09-08-00711), Программы поддержки ведущих научных школ России (проект № НШ-4807.2010.8) и Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009 – 2013 годы" (ГК № 16.740.11.0087).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ben-Dor G., Britan A., Elperin T., Igra O., Jiang J. P. *Mechanism of compressive stress formation during weak shock waves impact with granular materials* // Experiments in Fluids. – 1997. – V. 22. – P. 507–518.

2. Губайдулин А. А., Дудко Д. Н., Урманчеев С. Ф. *Моделирование взаимодействия воздушной ударной волны с пористым экраном* // ФГВ. – 2000. – Т. 36. – № 4. – С. 87–96.

3. Нигматулин Р. И. *Динамика многофазных сред. Т. 1, 2.* – М: Наука, 1987.

А. А. Горшков

Нижегородский национальный исследовательский университет им. Н. И. Лобачевского, tiger-nn@mail.ru

РЕГУЛЯРИЗИРУЮЩИЙ ДВОЙСТВЕННЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ВЫПУКЛОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В РЕФЛЕКСИВНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В докладе обсуждаются вопросы, связанные с обоснованием метода двойственной регуляризации, развитого для задач выпуклого программирования в гильбертовых пространствах [1 – 3], применительно к параметрической задаче выпуклого программирования в рефлексивном банаховом пространстве

$$f(z) \to \min, \;\; Az = h + p, \; g(z) \leqslant r, \;\; z \in \mathcal{D} \subset Z, \qquad (1)$$

операторное ограничение типа равенства в которой задается оператором, действующим также в рефлексивное банахово пространство. Здесь $f : \mathcal{D} \to R^1$ – строго равномерно выпуклый функционал, $A : Z \to H$ – линейный непрерывный оператор, $h \in H$ – заданный элемент, $g(z) \equiv (g_1(z), \ldots, g_m(z))^*$, $g_i : \mathcal{D} \to R^1$, $i = 1, \ldots, m$, – выпуклые функционалы, $p \in \in H$, $r \in R^m$ – параметры, $\mathcal{D}$ – выпуклое замкнутое множество, Z, H – рефлексивные пространства.

Потребность в распространении идеологии двойственной регуляризации на случай рефлексивных пространств Z, H для задачи (1) связана с рядом важных обстоятельств.

Во-первых, это позволяет распространить на указанный случай регуляризованную параметрическую теорему Куна – Таккера [3], обобщающую соответствующую классическую теорему Куна – Таккера и представляющую собой утверждение секвенциального характера, являющееся регуляризирующим алгоритмом, пригодным для практического решения широкого класса оптимизационных, в том числе и неустойчивых, задач.

Во-вторых, задачи вида (1) с рефлексивным Z возникают в вопросах обоснования устойчивых к ошибкам исходных данных алгоритмов двойственной регуляризации при решении задач оптимального управления для уравнений с частными производными, центральную роль в которых играет дифференцируемость по Фреше задающих оптимизационную задачу функционалов, которая во многих важных ситуациях не может быть обеспечена в случае гильбертова пространства Z.

В-третьих, одним из важных источников оптимизационных задач вида (1) в случае рефлексивного H являются разнообразные задачи оптимального управления с операторными ограничениями, в частности, с так называемыми фазовыми ограничениями, для уравнений в частных производных, при исследовании которых возникает естественная необходимость вложения образов операторов, задающих ограничения, в функциональные классы суммируемых с p-ой степенью функций при $p > 1$, $p \neq 2$, $p \neq +\infty$.

Как и в случае задачи выпуклого программирования с гильбертовыми пространствами Z, H [1 – 3], обсуждаемый двойственный алгоритм в параметрической задаче (1) заключается в непосредственном решении на основе метода регуляризации Тихонова задачи, двойственной к (1). Его сходимость имеет место вне зависимости от разрешимости последней. Качество этой сходимости напрямую зависит от дифференциальных свойств выпуклой функции значений (S-функции) задачи (1) как функции параметров (p, r), которые напрямую связаны с принципом Лагранжа для задачи (1).

Благодарю своего научного руководителя профессора М. И. Сумина за постановку задачи и внимание к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сумин М. И. *Регуляризация в линейно выпуклой задаче математического программирования на основе теории двойственности* // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2007. – Т. 47. – № 4. – С. 602–625.

2. Сумин М. И. *Некорректные задачи и методы их решения. Материалы к лекциям для студентов старших курсов: Учебное пособие.* – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2009.

3. Сумин М. И. *Регуляризованная параметрическая теорема Куна – Таккера в гильбертовом пространстве* // Журн. вычисл. матем. и матем. физ. – 2011. – Т. 51. – № 9. – С. 1594–1615.