

10. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы / А.В. Гаврилов, Ю.В. Новицкая // Международная конференция "Информационные системы и технологии", ИСТ'2003, 22-26 апреля 2003, НГТУ. – Новосибирск, Россия. – 2003. – С. 113-120.

11. Антошук С. Гибридные информационные модели в системах обработки изображений / С. Антошук, О. Бабилунга // Компьютеринг. – 2009. – Т. 2, № 8. – С. 41-49.

12. Кормановський С.І. Око-процесорна оброблення та розпізнавання образної інформації за геометричними ознаками / С.І. Кормановський, В.П. Кожем'яко. – Вінниця : Вид-во УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 160 с.

13. Батько Ю.М. Метод вибору алгоритмів автоматичної сегментації біомедичних зображень / Ю.М. Батько // Системи оброблення інформації : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во ХУПС. – 2012. – № 7(105). – С. 98-107.

14. Березький О.М. Похибки перетворення типу "область – область" в автоматизованих системах аналізу цитологічних зображень / О.М. Березький // Штучний інтелект. – 2013. – № 2. – С. 205-212.

15. Березький О.Н. Информационная технология анализа и синтеза гистологических изображений в системах автоматизированной микроскопии / О.Н. Березький, Г.Н. Мельник // Управляющие системы и машины. – 2013. – № 3. – С. 10-16.

16. Березький О.М. Статистичне оброблення цитологічних зображень / О.М. Березький, К.М. Березька, С.Ю. Попіна, Г.М. Мельник // Вісник Хмельницького національного університету : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Технічні науки. – 2012. – № 5. – С. 161-164.

Березький О.Н., Мельник Г.Н., Березька Е.Н., Дацко Т.В. Интеллектуальная система анализа изображений ауто- и ксеногенных тканей

Рассмотрены вопросы совершенствования интеллектуальных систем анализа ауто- и ксеногенных тканей на примере диагностирования злокачественных новообразований молочной железы. Исследование аутоклетки базируется на анализе цитологических и гистологических изображений, полученных с помощью цифрового светового микроскопа. Предложено расширить интеллектуальную систему подсистемой приобретения знаний для формализации качественного описания изображений и микрообъектов экспертом-медиком.

Ключевые слова: аутоклетка, ксеногенная ткань, гистологическое изображение, база знаний, база данных.

Berezsky O.M., Melnyk G.M., Berezka K.M., Datsko T.V. The Intelligent System for Auto- and Xenogen Tissue Image Analysis

The problem of improvement of intelligent systems of the analysis of auto- and xenogen tissue on the example of breast cancer diagnosis is considered. Autotissue exploration is based on the cytologic and histologic analysis of images obtained by a digital light microscope. Extending of intelligent system using knowledge acquisition subsystem to formalize a qualitative description of microscopic imaging by medical experts is proposed.

Key words: autotissue, xenogen tissue, cytologic analysis, knowledge base, database.

УДК 536.2

*Вед. науч. сотр. В.Г. Прокопов, д-р техн. наук –
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев;*

**ЗАМЕЩЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ
В СЛОИСТО-НЕОДНОРОДНОЙ СИСТЕМЕ**

Представлены результаты математического моделирования процессов теплопроводности в слоисто-неоднородной системе при использовании различных упрощающих замещений внутренних источников энергии. Рассмотрены возможности замещения, связанные с изменением зависимости внутренних источников энергии от пространственной координаты. Проанализировано также замещение условий теплоподвода, при котором меняются зависимости источников энергии как от пространственной, так и временной

координаты. Показано, что такие замещения базируются на проявлении эффектов локализации тех или иных особенностей, касающихся характеристик теплоподвода.

Ключевые слова: внутренние источники энергии, слоисто-неоднородная система, явление локализации, процессы теплопроводности.

Введение. В данной работе рассмотрены особенности явления локализации влияния внутренних источников энергии и в связи с этим проанализированы возможности их замещения. Наблюдаемые в изучаемой ситуации эффекты локализации влияния данных источников обусловлены тем, что область их задания существенно меньше размеров всей исследуемой области и к тому же тепловыделение весьма ограничено по времени. Наличие указанных эффектов позволяет изменять определенным способом условия теплоподвода при исследовании процессов теплопереноса в подобластях, достаточно удаленных от области задания внутренних источников энергии.

Изложение основного материала. В рамках данной работы возможности замещения внутренних источников энергии анализируются на примере рассмотрения процесса теплопроводности в слоисто-неоднородной системе в условиях периодического действия этих источников. Математическая постановка соответствующей задачи представлена в [1].

Остановившись вначале на упрощающем замещении внутренних источников энергии, связанном с возможностью изменения их зависимости от пространственной координаты. В ситуациях, когда область задания числа Померанцева Po ($0 < Pd^* \leq Pd_{C_2}^*$) существенно меньше размеров всей исследуемой области ($Pd_{C_2}^* \ll Pd_3^*$), может иметь место локализация влияния особенностей пространственного распределения величины Po . Иначе говоря, на достаточном удалении от области теплоподвода специфика эпюры внутренних источников теплоты практически не оказывает влияния на процесс теплопереноса. Это обстоятельство (т.е. наличие явления пространственной локализации влияния особенностей внутренних источников теплоты) позволяет при замещении величины Po изменять характер ее зависимости от пространственной координаты. В частности, замещать в пределах подобласти $0 < Pd^* \leq Pd_{C_2}^*$ изменяющиеся вдоль пространственной координаты внутренние источники $Po(Pd^*, Fo^*)$ постоянными внутренними источниками $Po_x(Fo^*)$ в соответствии с соотношением

$$Po_x(Fo^*) = \frac{1}{Pd_{C_2}^*} \int_0^{Pd_{C_2}^*} Po(Pd^*, Fo^*) dPd^*. \quad (1)$$

Очевидно, в силу указанной пространственной локализации отмеченное замещение числа Po целесообразно при исследовании процессов теплопереноса во всем временном интервале в подобластях, достаточно удаленных от зон теплоподвода. Следующий эффект локализации влияния пространственного распределения величины Po имеет место в связи с ограниченностью тепловыделения во времени. В рассматриваемых условиях безразмерное время теплоподвода Fo_u в рамках каждого периода незначительно ($Fo_u / Fo_1 = 0,0002$). Иными словами, в пределах каждого периода по истечении достаточно большого времени после прекращения теплоподвода особенности его пространственного распределения сказываются несущественно и притом, в отличие от предшествующего случая, во

всей рассматриваемой области. Этот факт (т.е. наличие явления временной локализации влияния особенностей эпюры внутренних источников теплоты) также позволяет изменять характер пространственного распределения величины Po . В частности, возможно отмеченное выше замещение $Po(Pd^*, Fo^*)$ на $Po_x(Fo^*)$.

Таким образом, в силу указанных эффектов пространственной и временной локализации данное упрощающее замещение числа Po позволяет исследовать процесс теплопереноса в подобластях, достаточно удаленных в пространстве от зоны теплоподвода, во всем временном интервале и, кроме того, по истечении сравнительно большого промежутка времени после прекращения теплоподвода – во всей пространственной области.

Описанная выше возможность замещения внутренних источников теплоты иллюстрируется рис. 1, 2. Здесь представлены данные, отвечающие различным эпюрам теплоподвода при одинаковых размерах зоны их задания $0 < Pd^* \leq Pd_{C_2}^*$. Линии 1 соответствуют изменяющимся вдоль пространственной координаты внутренним источникам $Po(Pd^*, Fo^*)$, линии 2 – постоянным в пределах области задания внутренним источникам $Po_x(Fo^*)$. Причем величины $Po(Pd^*, Fo^*)$ и $Po_x(Fo^*)$ связаны соотношением (1). Как видно из рисунков, в третьем слое пластины расхождение температур при разных эпюрах теплоподвода незначительно. Максимальная относительная разность температур $\delta\theta_3$ во всем временном интервале не превышает здесь 0,38 % ($\delta\theta_3 = [(\theta_{III} - \theta_V) / \theta_{III}^{max}] \cdot 100\%$), где θ_V – температура пластины при $Po = Po_x$ и $Ki = 0$). Очевидно, столь незначительные отличия сравниваемых температур θ_{III} и θ_V в третьем слое объясняются эффектом пространственной локализации влияния особенностей эпюры внутренних источников теплоты.

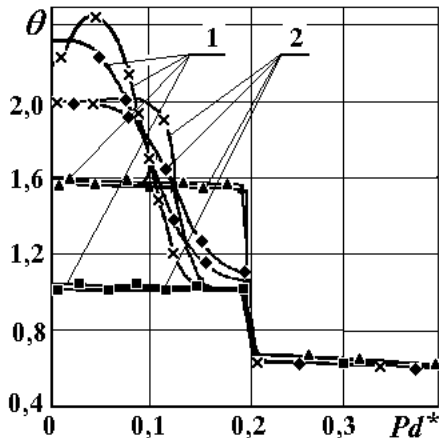


Рис. 1. Распределение температуры θ по толщине пластины для изменяющихся вдоль пространственной координаты внутренних источников (линии 1) и их постоянных величин (линии 2) в различные моменты времени:

- $x - Fo^* = 2 \cdot 10^{-4}$;
- $\blacklozenge - Fo^* = 1 \cdot 10^{-3}$;
- $\blacktriangle - Fo^* = 1 \cdot 10^{-1}$;
- $\blacksquare - Fo^* = 1$

Иная картина наблюдается в первом слое пластины. Здесь в начальный период процесса имеет место существенное расхождение температур θ_{III} и θ_V (сопоставьте линии 1 и 2, обозначенные на рис. 1 квадратиками и треугольниками). С увеличением времени эти расхождения снижаются (см. линии 1 и 2, обозначенные крестиками и ромбиками).

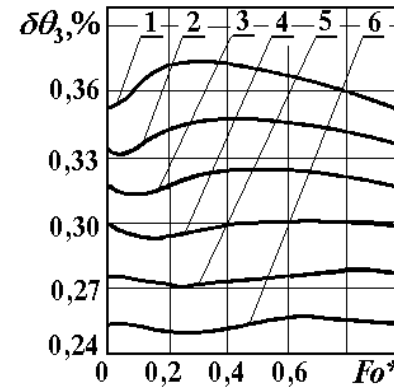


Рис. 2. Изменения относительного отклонения температуры $\delta\theta_3$ в зависимости от безразмерного времени Fo^* в различных точках третьего слоя пластины:

- 1) $Pd^* = 0,2106$;
- 2) $Pd^* = 0,4075$;
- 3) $Pd^* = 0,6044$;
- 4) $Pd^* = 0,8013$;
- 5) $Pd^* = 0,9981$;
- 6) $Pd^* = 1,1950$

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что уже по истечении относительно малых по сравнению с Fo_1 промежутков времени после прекращения теплоподвода отличия между сопоставляемыми температурами оказываются незначительными и притом не только в первом, но также во втором и третьем слоях пластины. Отмеченный эффект уменьшения с течением времени расхождений температур θ_{III} и θ_V в пределах всей рассматриваемой области объясняется, как указывалось выше, качественной временной локализацией влияния особенностей эпюры внутренних источников теплоты.

Рассмотрим следующую возможность пространственного замещения условий однозначности, касающуюся изменения области задания теплоподвода. Ситуация в этом случае аналогична описанной выше, т. е. правомерность изменения области задания теплоподвода здесь также основывается на эффекте пространственной и временной локализации влияния специфики изменения теплоподвода вдоль координаты Pd^* . В приводимом ниже примере анализируется возможность предельного уменьшения области задания внутренних источников теплоты, соответствующего замене безразмерного комплекса Po на число Ki с соблюдением соответствующего балансного соотношения.

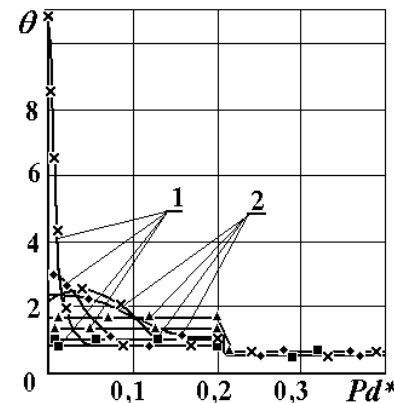


Рис. 3. Распределение температуры θ по толщине пластины для изменяющихся вдоль пространственной координаты внутренних источников (линии 1) и наружном теплоподводе (линии 2) в различные моменты времени:

- $x - Fo^* = 2 \cdot 10^{-4}$;
- $\blacklozenge - Fo^* = 1 \cdot 10^{-3}$;
- $\blacktriangle - Fo^* = 3 \cdot 10^{-2}$;
- $\blacksquare - Fo^* = 1$

Как видно из рис. 3, при достаточно больших значениях Pd^* изменение температурного поля, обусловленное указанным замещением, во всем рассматриваемом временном интервале существенно меньше, чем в первом и втором слоях пластины. Так, если величина относительной погрешности $\delta\theta_4$ на обогреваемой поверхности достигает 357 %, а на границе первого и второго слоя – 16,6 %, то на границе второго и третьего слоя ее максимальное значение составляет 5,41 % и на охлаждаемой поверхности 3,68 % ($\delta\theta_4 = [(\theta_{III} - \theta_I) / \theta_{III}^{max}] \cdot 100 \%$).

Это обстоятельство, как уже отмечалось, является следствием пространственной локализации влияния внутренних источников теплоты. В силу же эффекта временной локализации влияния внутренних источников теплоты наблюдается уменьшение расхождения температур θ_I и θ_{III} с течением времени. Причем, в отличие от эффекта пространственной локализации, такая картина имеет место по всей толщине пластины. Сопоставляя данный пример с предшествующим, следует отметить, что в рассматриваемой физической ситуации замещение теплоподвода, связанное с изменением характера эпюры внутренних источников теплоты в плане незначительного изменения температурных полей, оказывается более эффективным по сравнению с заменой безразмерного комплекса Po числом Ki . Заметим также, что если правомерно последнее замещение, то, очевидно, справедливо и противоположное ему, т.е. замена комплекса Ki на число Po .

Выше рассмотрены примеры замещения величины Po , связанные с изменением ее зависимости только от пространственной координаты. По-видимому, возможно и такое замещение условий теплоподвода, при котором меняются зависимости числа Po сразу же от нескольких различных координат, а не только от какой-либо одной из них. Ниже приводится пример замещения указанного типа, которое характеризуется изменением безразмерного комплекса Po как по временной, так и по пространственной координате при $Ki = 0$. Заметим, что в отличие от предшествующих замен, которые базировались на эффекте локализации специфики внутренних источников энергии лишь вдоль пространственной координаты – Pd^* , данное замещение основывается на локализации влияния особенностей изменения теплоподвода в нескольких координатных направлениях. Таким образом, в рассматриваемой физической ситуации используется явление пространственной локализации влияния переменности внутренних источников энергии по координате Pd^* и по временной координате. При этом, поскольку с удалением вдоль координаты Pd^* от области Ω^* , в которой $Po > 0$, все в меньшей мере проявляется импульсный характер теплоподвода во времени и специфики его изменения в пределах Ω^* , то оказывается возможным осуществить следующее замещение величины Po . Импульсный теплоподвод заменяется неизменным во времени подводом теплоты. Внутренние источники теплоты, переменные по пространству, меняются в пределах Ω^* на постоянные. Причем указанное замещение выполняется с соблюдением соответствующих балансовых соотношений. То есть переменные внутренние источники теплоты $Po(Pd^*, Fo^*)$ заменяются в пределах области $0 < Pd^* \leq Pd_{C2}^*$

$$Po_{xt} = \frac{1}{Pd_{C2}^*} \int_0^{Pd_{C2}^*} \int_0^1 Po(Pd^*, Fo^*) dPd^* dFo^*. \quad (2)$$

Можно ожидать, что при таком замещении числа Po вследствие эффекта пространственной локализации влияния особенностей теплоподвода с возрастанием координаты Pd^* расхождения между сопоставляемыми температурами $\delta\theta_5$ будут уменьшаться ($\delta\theta_5 = [(\theta_{III} - \theta_{VI}) / \theta_{III}^{max}] \cdot 100 \%$, где θ_{VI} – температура пластины при Po , определяемом соотношением (2)). Описанную картину на стадии квазистационарного режима иллюстрирует рис. 4. Как видно, если в первом слое пластины в области теплоподвода расхождения температур θ_{III} и θ_{VI} весьма велики, то в третьем слое они значительно меньше. Так, в первом слое $\delta\theta_5$ достигает 44,8 %. В третьем же слое указанное отклонение не превышает 2,3 % (рис. 5).

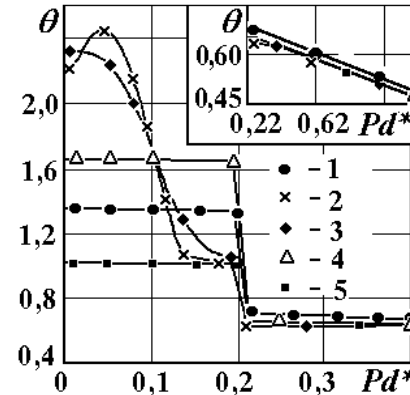


Рис. 4. Распределение температуры θ по толщине пластины для переменных и постоянных по пространству и времени внутренних источников теплоты:
1 – данные стационарной задачи;
2-6 – результаты решения нестационарной задачи при $Fo^* = 2 \cdot 10^{-4}; 1 \cdot 10^{-3}; 3 \cdot 10^{-2}; 1$ соответственно

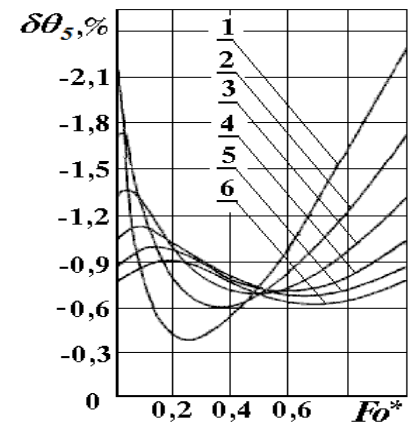


Рис. 5. Изменения относительного отклонения температуры $\delta\theta_5$ в зависимости от безразмерного времени Fo^* в различных точках третьего слоя пластины:
1) $Pd^* = 0,2106$;
2) $Pd^* = 0,4075$;
3) $Pd^* = 0,6044$;
4) $Pd^* = 0,8013$;
5) $Pd^* = 0,9981$;
6) $Pd^* = 1,1950$

Выводы. Возможность рассмотренных замещений условий теплоподвода основывается на локализации проявления той или иной конкретной их специфики, касающейся характеристик области задания теплоподвода и закономерностей его изменения во времени и в пространстве. Именно наличие отмеченного эффекта локализации позволяет заменять сложные функциональные зависимости теплоподвода от различных координат более простыми, вплоть до постоянных величин, меняя к тому же и область их задания. Благодаря этому, при исследовании

довании процессов теплопереноса за пределами соответствующих зон локализации может быть упрощена математическая модель процесса, нахождение решения и анализ получаемых результатов. В частности, существенное упрощение математической модели возможно на стадии квазистационарного режима.

Литература

1. Прокопов В.Г. Эффекты локализации влияния физических свойств слоисто-неоднородной системы в условиях импульсного периодического нагрева / В.Г. Прокопов // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.7. – С. 360-365.

Прокопов В.Г. Заміщення внутрішніх джерел енергії під час моделювання процесів теплопровідності в шарувато-неоднорідній системі

Представлено результати математичного моделювання процесів теплопровідності у шарувато-неоднорідній системі при використанні різних спрощуючих заміщень внутрішніх джерел енергії. Розглянуто можливості заміщення, пов'язані зі зміною залежності внутрішніх джерел енергії від просторової координати. Проаналізовано також заміщення умов теплопідводу, при якому змінюються залежності джерел енергії як від просторової, так і часової координати. Показано, що таке заміщення базується на проявленні ефектів локалізації тих чи інших особливостей, що стосуються характеристик теплопідводу.

Ключові слова: внутрішні джерела енергії, шарувато-неоднорідна система, явище локалізації, процеси теплопровідності.

Prokopov V.G. Substitution of Internal Energy Sources in Modelling Heat Conductivity Processes in the Layered System

The results of mathematical modelling of the heat conductivity processes in layered system using various simplifying substitution of internal energy sources are submitted. The possibilities of substitution, associated with changes in internal energy sources depending on the spatial coordinates, are considered. The substitution of the heat supply conditions in which change energy sources dependences on both the spatial and temporary coordinates is also analysed. This substitution is shown to be based on the localization manifestations of certain features relating to the characteristics of the heat supply.

Key words: internal energy sources, layered system, the phenomenon of localization, heat conduction processes.

УДК 643.33:547.128

Deputy director E.V. Biletskiy, doctor of technical science – Kharkiv institute of trade and economics of Kyiv national university of trade and economics, Ukraine

DETERMINATION OF THE DISSIPATION DURING THE FLOW OF NON-NEWTONIAN MATERIALS IN CHANNELS WITH BASIC GEOMETRY

Some regularities for rheodynamical and heat transfer processes are developed by creating theoretically grounded mathematical models describing flows of non-Newtonian fluids in channels with basic geometry with moving boundaries and pressure gradient on channel ends. The method for calculating specific dissipation energy during the flow of viscoplastic fluid in flat and rectangular channel is suggested. In order to determine dissipation value the formulas for determining cross-sectional and longitudinal velocities in the areas which are situated between the solid bounds and the core should be developed. This algorithm allows calculating the energy of dissipative heat evolution when calculating optimal parameters of technological equipment. It leads to new level of quality when designing appropriate equipment in chemical and food industry allowing reducing energy and material consumption.

Key words: flow, non-Newtonian fluids, channel, dissipation, rheology, heat transfer.

Introduction. Thermal processes are considered to be the most common processes in food technologies [1, 2]. Today lots of scientific papers describe heat transfer in Newtonian fluids [3-6]. But there are quite a lot of food products (chocolate, pastry, confectionery) that relate to multicomponent systems having a similar structure and the nonlinear nature of the flow [7].

In order to assess the structural and mechanical properties, it is necessary to know the type of the structure, the dependence of the viscosity of the shear rate, as well as the magnitude of dissipation [4, 7].

Non-Newtonian fluid are known to lose some of the energy that goes into dissipative heat during its movement. Knowledge of the dissipation value allows picking technological equipment with the best power reserve, thereby reducing production costs [4, 7, 8].

Materials and methods. The superposition method for building fields with higher dimension from fields with lower dimension with various boundary conditions and with changing rheological parameters depending on pressure is used. This method allows to determine the dissipation energy during the flow of non-Newtonian materials in channels with basic geometry of technological equipment [9].

Results of research. This paper suggests a method for determining of the dissipation energy during the flow of Bingham fluids in channels of different shape. Consider a straight and a flat channel. Splitting these channels on the cross sections with different expressions for the flow velocity are shown on Fig a and b. The splitting elements are denoted as S_y^\pm , S_x^\pm (see Fig.) [9].

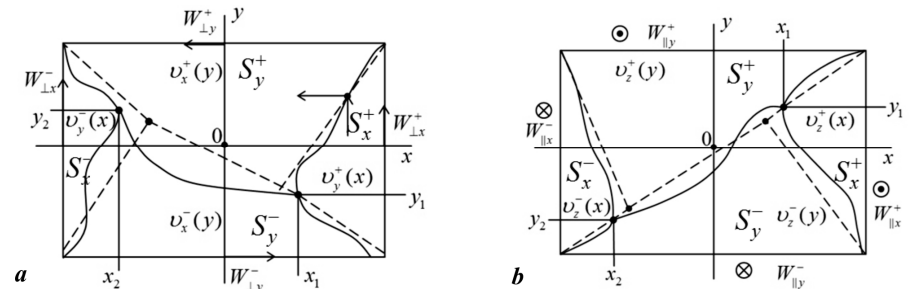


Fig. 1. Split of the rectangular channel and linearization of the split: a) for cross-sectional flow; b) for longitudinal flow

In order to reduce records, various types of flows, correlated with corresponding subdomains of partitions should be written as.

For flat longitudinal flow in the S^\pm :

$$v_z^\pm = a_z^\pm \xi_y^2 + b_z^\pm \xi_y + c_z^\pm; \xi_y = \frac{y}{h}; \xi_x = \frac{x}{a} \tag{1}$$

where: v_z^\pm – velocity component for z-axis; a_z^\pm , b_z^\pm , c_z^\pm – bounds of subareas of the channel split; h , a – channel sides;

For flat longitudinal-transverse flow in S^\pm

$$v_{zy}^\pm = a_{zy}^\pm \xi_y^2 + b_{zy}^\pm \xi_y + c_{zy}^\pm; v_z^\pm = a_z^\pm \xi_y^2 + b_z^\pm \xi_y + c_z^\pm. \tag{2}$$

For rectangular longitudinal flow in S_y^\pm and S_x^\pm