

УДК 378.147

**РАЗВИТИЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ НЕФТЯНИКОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ТЕРМОДИНАМИКА
И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА»**

**DEVELOPMENT OF OIL ENGINEERING STUDENTS
COMPETENCE IN STUDY OF THE COURSE
OF THERMODYNAMICS AND HEAT TRANSFER**

Колосов Б.В.

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», филиал, г. Октябрьский, Российская Федерация

B.V. Kolosov

FSBEI of HPE “Ufa State Petroleum Technological University”,
branch, Oktyabrsky, the Russian Federation

e-mail: bvkolosov@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены общие признаки понятия компетентности и условия формирования их в процессе обучения в ВУЗе. Приведены конкретные примеры развития межпредметных связей таких дисциплин как термодинамика, механика сплошной среды, подземная и трубная гидравлика. Рассмотрены отклонения от законов Пуазейля, Дарси, как при больших, так и малых числах Рейнольдса, Re . Показано, что можно объединить эти два явления, если считать, что в жидкости происходят фазовые переходы изотропия – анизотропия. Это формирует у студентов общую картину и позволяет, в перспективе, поставить вопрос о едином изложении трубной и подземной гидравлики. Для обоснования такого подхода

можно, во-первых, использовать молекулярно-кинетическую теорию. За счет этого показано существование разных механизмов переноса импульса - на больших и малых промежутках времени. Этот результат можно использовать при изложении механики сплошных сред. Во-вторых, на основе термодинамики необратимых процессов сделан вывод, что перенос импульса, возникающий вследствие анизотропии, имеет тепловую природу. Это дает новый взгляд на связь гидродинамики, термодинамики и теории теплообмена. Поставлен вопрос о влиянии связи производства и высшей школы на развитие компетентности выпускников ВУЗов.

Abstract. The work deals with general indications of the concept of competence and their forming conditions while studying at the University. Concrete examples of inter subject relations development of such branches of science as Thermodynamics, Continuum Mechanics, Subsurface and Pipe Hydraulics have been given.

There has also been considered non Poiseuille and Darcy law behavior as well in large Reynolds numbers as in small ones. It has been demonstrated that it is possible to join these two phenomena considering that phase transition from isotropy to anisotropy takes place in liquid. That phenomenon forms a general picture for students and permits them to raise a question of common pipe – and underground statement.

Firstly, to find that method of approach it can be used molecular – kinetic theory. That helps to demonstrate the existence of different pulse carry (transfer) mechanisms in large and small time intervals. The results can be used in stating continuum mechanics.

Secondly, based on thermodynamics of irreversible processes it has been concluded that pulse carry arising from anisotropy has thermal nature.

These data give a new view of Hydrodynamics, Thermodynamics and heat exchange theory connection.

There has also been considered another problem connected with the improvement of the University graduates competence, which is close links between the industrial enterprises and the higher educational institutions.

Ключевые слова: компетентность, знание, понимание, педагогика, термодинамика, сплошная среда.

Key words: competence, knowledge, understanding, pedagogics, thermodynamics, continuous medium.

Довольно очевидно, что объем знаний, сам по себе, недостаточен, для того чтобы считать обладателя этих знаний компетентным. Помимо этого надо сформировать у студента научный подход – вот в чем задача преподавателя Высшей школы. Одно из известных кратких определений науки следующее: наука – это система знаний; знание – это система понятий. Ключевые слова здесь понятие и система. Философия определяет эти термины так: «Понятие – целостная совокупность суждений, т.е. мыслей в которых что-либо утверждается об отличительных признаках исследуемого объекта, ядром которой являются суждения о наиболее общих и в то же время существенных признаках этого объекта»

«Система – совокупность, объединение взаимосвязанных и расположенных в соответствующем, определенном порядке элементов (частей) какого-либо целостного образования...» [1]

Таким образом, целостность, порядок, т.е. некая структура накопленных представлений о данном предмете – вот необходимые

признаки научного подхода, который призван для формирования компетентности.

Педагогика высшей школы как часть социальных наук, может использовать в решении такой задачи идеологию физики, наиболее общей (после философии) науки, которая рассматривает все происходящие явления во времени и пространстве. Поэтому при изложении конкретного предмета надо показать историю его развития, ретроспективу полученных знаний.

Термодинамика, в этом смысле является наукой, время рождения которой можно довольно точно указать – это начало 19 века [2]. Желательно так поставить изложение, чтобы студенты догадались, чем объясняется сам факт возникновения этой науки. Часто это и происходит, и тема обсуждения работы паровой машины (которая появилась накануне в 18 веке) вызывает интерес у аудитории, потому что ясно видна практическая необходимость этой науки, особенно когда преподаватель показывает временные этапы создания других тепловых машин: паровые турбины, поршневые ДВС и т. д.

Однако, говоря о таких понятных и важных в повседневной жизни вещах надо обязательно рассказать, что природа превращения тепловой энергии в механическую работу очень сложна. Здесь можно указать на еще более далекую ретроспективу – об учении древних греков (Демокрит) о существовании атомов и обозначить роль теплового движения атомов для понимания термодинамических процессов. Здесь вполне уместен известный тезис Гегеля: «То, что есть первое в науке, должно было оказаться исторически первым» [3].

Следующий шаг в формировании компетентности, это изучение положения данной дисциплины в «пространстве» других наук, то, что часто называют межпредметными связями.

Например, сопоставление термодинамики с механикой сплошных сред. Эти науки имеют много общего в том смысле, что являются феноменологическими. Однако, при рассмотрении, например, теории идеальных газов термодинамика использует молекулярно-кинетическую теорию [4]. Недавно было показано, что совместное рассмотрение дискретного и континуального подхода позволяет уточнить механизм переноса импульса в механике сплошных сред [5].

Нефтегазовое дело является уникальной областью науки в смысле широты диапазона физических свойств изучаемых жидкостей и скоростей их перемещения. Например, при движении жидкости в трубопроводах числа Рейнольдса (Re) составляют, а в пластовых условиях скорости настолько малы, что и менее. В учебный план включены две гидравлики – трубная и подземная.

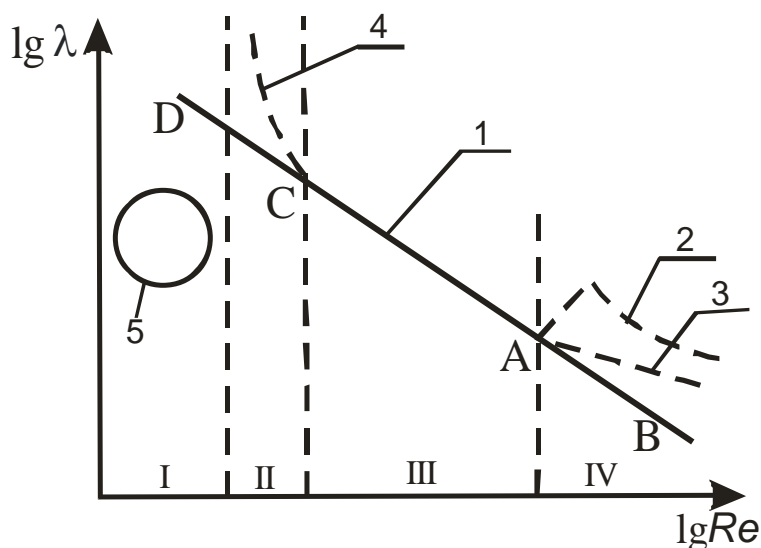


Рисунок 1. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления в трубе от числа Рейнольдса

Это можно пояснить на рисунке 1, где изображена зависимость коэффициента гидравлического сопротивления в трубе от числа Рейнольдса. Линия 1 изображает ламинарное, ньютоновское течение по закону Пуазейля, которое классическая гидродинамика определяет теоретически. С правой стороны начинается отклонение от линии АВ и возникает турбулентность (линия 2). Эта область чисел Re изучается трубной гидравликой.

Ранее считалось, что при малых Re закон Пуазейля или аналогичный закон Дарси для пористой среды, выполняются всегда, однако, затем экспериментально было обнаружено, как увеличение сопротивления (линия 4), так и уменьшение – область 5. Этот диапазон Re изучает подземная гидравлика.

Интересно, что в данном случае неравновесная термодинамика может объединить эти две науки, т.е. создать более целостное видение предмета.

Для этого надо использовать общее выражение термодинамики необратимых процессов [6].

$$I_i = \sum_{k=1}^b A_{ik} \cdot X_k \quad (i=1 \dots b) \quad (1)$$

где I_i , X_k - соответственно обобщенные термодинамические потоки и силы, A_{ik} - кинетические коэффициенты. Для вязкой, теплопроводной жидкости в простейшем варианте эта система примет вид [7]:

$$I_q = A_{qq} \cdot X_q + A_{qw}^0 : X_w^s \quad (2)$$

$$\overset{o}{\Pi}^{ws} = A_{wq} \cdot X_q + A_{ww}^o : X_w^s \quad (3)$$

где $X_q = -\frac{1}{T^2} \nabla T$ - термодинамическая сила, обуславливающая явление теплопроводности, $X_w^s = -\frac{1}{T} (\nabla \bar{W})^s$ - термодинамическая сила, сопряженная с симметрической частью (тензора) вязкого давления, вызывает явления вязкого сдвига.

Особенность системы в том, что с целью обобщения гидродинамических процессов жидкость считается анизотропной средой. Если принять условие изотропии (как принято в стандартной гидродинамике Навье - Стокса), то, согласно принципу Кюри [5] в системе (2,3) останутся только члены на главной диагонали.

Конечно, это упрощает решение конкретных задач, однако исходная система (2,3) указывает на существование дополнительных потоков импульса и тепла, которыми пренебрегает гидродинамика изотропной жидкости.

Такое обобщенное рассмотрение позволило получить ряд полезных результатов, в частности условия отклонения от закона Пуазейля, как при больших, так и при малых скоростях (рисунок 2).

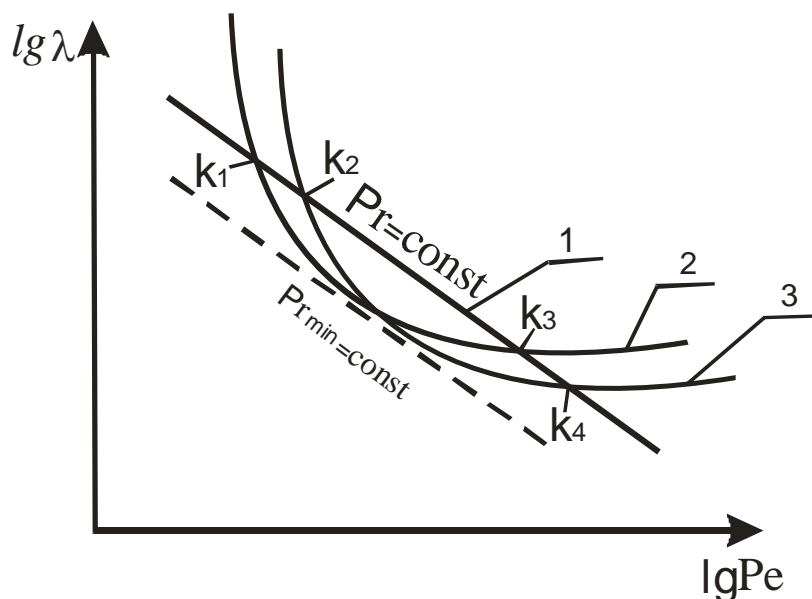


Рисунок 2. Условия отклонения от закона Пуазейля

Здесь, в отличие от координат на рисунке 1, на горизонтальной оси отложено число Пекле, Pe :

$$Pe = wd / a \quad (4)$$

где w - средняя скорость, d - внутренний диаметр трубы, a - коэффициент температуропроводности.

Благодаря тому, что число Пекле равно произведению чисел Рейнольдса и Прандтля, Pr , совокупность параллельных линий $Pr=const$ на этом рисунке соответствует ламинарному режиму для различных жидкостей. Линии 2 и 3 соответствуют дополнительному, тепловому переносу импульса. В работе [7] показано, что на этой основе можно найти критические числа Re перехода к турбулентности (точка) и объяснить эффект снижения сопротивления (Drag Reduction) при добавлении в поток высокомолекулярных добавок (точка на рисунке 2 и линия 3 на рисунке 1). В левой части рисунка 2, точки и удовлетворительно описывают как эффект увеличения сопротивления, так и скольжение жидкости.

На основе рассмотренных выше примеров можно говорить, что одними из важнейших признаков компетентности является умение находить связи между отдельными явлениями, обобщать их и видеть весь предмет во временном развитии.

Несколько десятилетий назад в педагогике обсуждался вопрос что важнее: знание или понимание. Можно много знать (энциклопедист) и мало понимать. Понимание нельзя представить себе без умения находить наиболее существенные признаки и связи между изучаемыми объектами. Поэтому ясно, что компетентность имеет много общего с пониманием. Вместе с тем понимание – это относительная категория. Нельзя понимать предмет в абсолютном смысле. Многие знают основные наложения теории относительности

Эйнштейна или квантовой механики, но кто скажет, что он все понимает в этих науках.

Компетентность, наряду со всеми указанными признаками включает в себя соответствие обозначаемого и реально существующего, формы и содержания. То есть, это в известном смысле абсолютное понятие, применяемое к конкретному лицу или организации. Компетентный человек – это тот, кто обладает такими знаниями, умениями и навыками, которые соответствуют его должности. Он имеет авторитет, на него можно положиться в решении любых задач, входящих в сферу его деятельности, в том числе и нестандартных.

Формирование такого специалиста в современном российском ВУЗе сильно осложнено слабой связью с производством. В настоящее время реальные технологии и оборудование меняются так быстро, что рядовой преподаватель не может отразить их в читаемых курсах. Впору говорить о компетентности самих преподавателей. Почему это происходит, когда в идеале надо было бы преподавателю рассказывать о будущих, новых технологиях, которые еще только планируется внедрить (студент как раз к этому времени закончит ВУЗ). Причина, видимо, в том, что руководители производства недооценивают роль науки и образования вообще. Часто они покупают готовое зарубежное оборудование из сиюминутных соображений, экономия на вложениях в науку. Между тем, опыт передовых предприятий показывает, что разработка собственных технологий и оборудования, их патентование, т.е. формирование собственного направления своей «ниши», приносит, в конечном счете, больше экономических выгод.

При таком понимании интеллектуальный потенциал высшей школы будет востребован и, более того, открывается возможность индивидуальной подготовки студентов для конкретного предприятия.

Отсюда следует, что плодотворный путь развития компетентности, это совместная научно-исследовательская работа преподавателей и студентов по договорам с производственными предприятиями.

Список используемых источников

1. Кондаков Н.И. Логический словарь справочник М.: Наука, 1975. 717 с.
2. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1983. 344 с.
3. Гегель Г.В. Энциклопедия философских наук. М., 1929. 510 с.
4. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.: Наука, 1972. 400с.
5. Колосов Б.В., Ларин П.А. Моделирование неньютоновских свойств жидкости// Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2013. №2. С. 450-460.
6. С. Де Гроот, П. Мазур, Неравновесная термодинамика. М.: Мир, 1964. 456 с.
7. Колосов Б.В. К вопросу об отклонениях от законов Пуазейля, Дарси для простых жидкостей // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2011. №2. С. 269-278.
8. Mark E. Steinke, Satish G. Kandlikar, Single-phase friction factors in microchannels, International Journal of Sciences 45 (2006) Pp.1073-1083.

References

1. Kondakov N.I. Logicheskii slovar' spravochnik M.: Nauka, 1975. 717 s.[in Russian].
2. Bazarov I.P. Termodinamika M.: Vysshaya shkola, 1983. 344s. [in Russian].
3. Gegel' G.V. Enciklopediya filosofskih nauk M. 1929, 510 s. [in Russian].
4. Rumer Yu.B. Ryvkin M.Sh. Termodinamika, statisticheskaya fizika i kinetika. M.: Nauka, 1972. 400s. [in Russian].
5. Kolosov B.V. Larin P.A. Modelirovanie nen'yutonovskih svoystv zhidkosti.. Neftegazovoe delo: elektron. nauch. zhur. 2013. № 2. S.450-460 [in Russian].
6. S. De Groot, P. Mazur, Neravnovesnaya termodinamika. M.: Mir, 1964. 456 s. [in Russian].
7. Kolosov B.V. K voprosu ob otkloneniyah ot zakonov Puazeilya, Darsi dlya prostyh zhidkosti. Neftegazovoe delo: elektron.i nauch. zhurn. 2011. №2. S. 269-278 [in Russian].
8. Mark E. Steinke, Satish G. Kandlikar, Single-phase friction factors in microchannels, International Journal of Sciences 45 (2006) Pp. 1073-1083.

Сведения об авторе**Information about author**

Колосов Б.В., старший преподаватель кафедры «Механика и технология машиностроения» ФГБОУ ВПО УГНТУ, филиал г. Октябрьский, Российская Федерация.

Kolosov B.V., Senior Lecturer of the Chair “Mechanical and Manufacturing Engineering”, FSBEI of HPE USPTU, branch, Oktyabrsky, the Russian Federation.

e-mail: bvkolosov@mail.ru