

И. А. Крутова, А. Г. Валишева

ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ ОБОБЩЕННЫМ МЕТОДАМ РЕШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ИНЖЕНЕРА

Выделены некоторые типовые профессиональные задачи инженера в области оборудования и технологии сварочного производства, овладение которыми происходит в процессе изучения ряда дисциплин математического, естественно-научного и профессионального циклов по направлению подготовки «Машиностроение». Предложены обобщенные методы решения профессиональных задач и способы их конкретизации при изучении физики в университете.

Ключевые слова: типовые профессиональные задачи инженера, метод, обучение, профессиональная деятельность, формирование метода, разработка технологии.

В развитии экономической системы страны важную роль занимает профессиональная подготовка специалистов соответствующего профиля. В этих условиях при найме на работу доминирующим фактором для работодателя является степень подготовленности специалиста, его способность применять знания и умения, полученные в процессе обучения, для решения разнообразных задач, встречающихся в его профессиональной деятельности, сформированность профессиональных компетенций. В проекте федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования нового поколения по направлению подготовки «Машиностроение» выделено 26 профессиональных компетенций по четырем видам профессиональной деятельности выпускника (производственно-технологическая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская, организационно-управленческая). Однако они нуждаются в некоторой конкретизации, так как не ясен конечный продукт определенной профессиональной деятельности.

Для выявления конкретных задач профессиональной деятельности инженера по специальности «оборудование и технология сварочного производства» воспользуемся «механизмом», предложенным Г. П. Стефановой [1], который заключается в проведении анализа конечных продуктов решения конкретных профессиональных задач, возникающих в повседневной практической деятельности инженера. На основе этого «механизма» можно выделить следующие типовые профессиональные задачи инженера в области оборудования и технологии сварочного производства:

- обеспечение технологии производства изделий и процессов их изготовления;
- определение физико-механических свойств и технологических показателей материалов;
- размещение, освоение нового оборудования;
- эксплуатация современного оборудования;
- обнаружение и устранение неполадок в работе оборудования;

- расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций;
- контроль качества сварных соединений;
- анализ дефектов в сварных соединениях и конструкциях и их устранение.

Овладение студентами методами решения профессиональных задач происходит в результате всего процесса обучения, при изучении ряда дисциплин математического, естественно-научного и профессионального циклов. Формирование профессиональных компетенций будущего специалиста должно осуществляться при изучении ряда дисциплин учебного плана по направлению подготовки «Машиностроение»: математика, физика, химия, экология, теоретическая механика, техническая механика, механика жидкости и газа, материаловедение, технология конструкционных материалов, инженерная графика, метрология, стандартизация и сертификация, электротехника и электроника, основы проектирования, основы технологии машиностроения, безопасность жизнедеятельности и др.

Рассмотрим, как в рамках изучения дисциплины «физика» можно обучить студентов методам решения профессиональных задач. В исследованиях Г. П. Стефановой [2] выделено девять типов задач, которые решают специалисты любого профиля с применением знаний по физике. Их анализ позволил установить, что при подготовке инженеров по специальности «оборудование и технология сварочного производства» при изучении курса общей физики необходимо обучить решению следующих типовых задач:

1. Разработка технологии (метода) создания объекта с заданными свойствами или выполнение деятельности с определенными объектами в определенных условиях.
2. Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния объекта.
3. Нахождение или оценка значения физических величин, описывающих свойства объекта в определенном состоянии.

Приведем некоторые формулировки конкретных задач, решение которых возможно с применением физических знаний, полученных в курсе общей физики. При решении типовой задачи, связанной с разработкой технологии (метода) создания объекта с заданными свойствами или выполнением деятельности с определенными объектами в определенных условиях, можно предложить обучаемым разработать технологию получения неразъемного соединения двух металлов. Данную задачу можно решить с применением знаний разных разделов физики: механика, электрический ток в газах, оптика и др. При разработке метода решения задачи такого типа студенты могут предложить использовать разные явления, процессы, воздействия, позволяющие получить объект с заданными свойствами (соединение двух элементов посредством оказания давления, вращение одной детали относительно другой и резкое торможение, пропускание электрического тока через соединяемые детали, для нагрева в области контакта и т. д.).

Для выявления метода решения задач, связанных с устранением отклонений от нормы значений параметров состояния объекта, студентам предлагаются задания:

– разработайте метод улучшения механических свойств сварного соединения путем измельчения структуры металла шва и удаления газов (раздел «Оптика»);

– предложите метод по устранению холодных трещин, возникающих в процессе охлаждения ниже температуры 200°C или в течение последующих нескольких суток после сварки углеродистых и легированных сталей (раздел «Термодинамика»);

– предложите возможные способы устранения окисления металла, возникающего при сварке на воздухе без защиты зоны плавления (раздел «Электрический разряд в различных средах»).

Для усвоения метода решения типовой задачи «Нахождение или оценка значения физических величин, описывающих свойства объекта в определенном состоянии» студентам предлагается разработать метод решения конкретных задач с опорой на обобщенный. Например:

1. Найдите молярную массу газовой защитной смеси Аргомикс-Л, необходимую для сварки углеродистых сталей, которая состоит из 93 % аргона, 5 % углекислого газа и 2 % кислорода.

2. При сварке прочноплотных швов из цветных сплавов и жаропрочных сталей применяется арго-гелиевая смесь (40 % Ar + 60 % He), которая обеспечивает высокую стабильность горения дуги и высокую тепловую мощность. Пусть на уровне земли соотношение концентраций аргона и гелия

равно $\frac{n_{01}}{n_{02}}$. Используя распределение Больцмана,

найдите отношение концентраций этих газов, если сварка будет производиться на высоте 1000 м. Температуру на уровне земли и на высоте считать одинаковой и равной 273К.

3. При контактной сварке нагрев и плавление металла происходят за счет выделения теплоты на электрических сопротивлениях в месте контакта деталей при прохождении через них электрического тока 20 мА. Полное количество теплоты, выделяемое между электродами за время сварки 10 мин., равно 6 кДж. Найдите общее сопротивление металла между электродами в данный момент времени.

Решить любую из этих задач значит выполнить определенную систему действий. Студентов университетов необходимо обучать планированию и реализации этой системы действий, ведь именно от этого зависит успех решения задач. Обобщенные методы решения типовых профессиональных задач выделены Г. П. Стефановой [2].

Рассмотрим обобщенный метод решения типовой задачи «Разработка технологии (метода) создания объекта с заданными свойствами или выполнение деятельности с определенными объектами в определенных условиях»:

1) выделить цель, для достижения которой нужно разработать технологию;

2) выделить объект, на который нужно воздействовать;

3) выделить свойства объекта, которые должны быть изменены в соответствии с указанной целью;

4) подобрать явления, процессы, воздействия, позволяющие изменить выделенные свойства так, чтобы они соответствовали требуемым;

5) выделить условия, необходимые для осуществления этих явлений, воздействий;

6) разработать принципиальную схему технического устройства;

7) проверить принципиальную схему установки на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды;

8) рассчитать энергетические затраты;

9) составить перечень оборудования;

10) составить программу изменения свойств заданного объекта в соответствии с указанной целью.

Конкретизируем метод решения этой типовой задачи в следующей ситуации: при образовании сварного соединения в сварном шве могут возникнуть такие дефекты, как трещины, газовые поры и шлаковые включения. Разработайте метод обнаружения дефектов сварного шва.

Разработаем метод решения данной задачи, опираясь на обобщенный метод.

В первом действии метода требуется выделить цель, для достижения которой нужно разработать технологию. В данном случае это создание метода,

позволяющего определять дефекты в сварном шве.

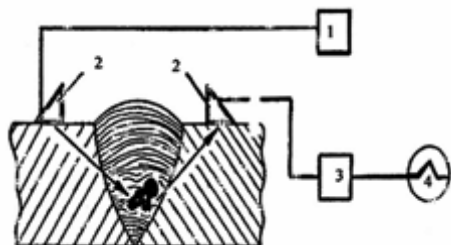
Следующим действием необходимо выделить объект, на который нужно воздействовать. В условиях данной задачи таким объектом является сварной шов (область соединения двух металлов).

Действие 3 требует выделить свойства объекта, которые должны быть изменены в соответствии с целью. В данном случае таковыми являются трещины, газовые поры и шлаковые включения, образующиеся при сварке в сварном шве.

Согласно действию 4 подберем явления, процессы, воздействия, позволяющие изменить выделенные свойства так, чтобы они соответствовали требуемым. Допустим, что задача предлагается обучаемым при изучении раздела «Оптика», тогда в качестве воздействующего объекта можно выбрать ультразвуковые волны, явление, которое будет лежать в основе, – отражение звуковых волн от границы раздела двух сред.

В пятом действии надо выделить условия, необходимые для осуществления явления и воздействия. В данном случае необходимо наличие источника и приемника ультразвуковых волн, преобразователя звуковых волн в электрический сигнал.

Шестое действие позволяет разработать принципиальную схему технического устройства, изображенного на рисунке.



Принципиальная схема установки для обнаружения дефектов сварных швов. 1 – генератор ультразвуковых колебаний, 2 – пьезоэлектрический щуп, 3 – усилитель (преобразователь), 4 – считывающее устройство

Следующим действием проверяем принципиальную схему установки на соответствие требованиям безопасности человека и окружающей среды. Установка полностью удовлетворяет требованиям безопасности человека и окружающей среды.

Далее составляем перечень оборудования, необходимого для обнаружения дефектов сварного шва: генератор ультразвуковых колебаний, пьезоэлектрический щуп, усилитель (преобразователь) и считывающее устройство.

Программа изменения свойств заданного объекта в соответствии с указанной целью такова:

1. Собрать установку, принципиальная схема которой изображена на рисунке.

2. Источник ультразвуковых колебаний поместить на поверхность сварного соединения под некоторым углом к поверхности металла, чтобы при встрече с границей раздела двух сред ультразвуковые колебания могли отражаться.

3. Пьезоэлектрический щуп, соединенный с усилителем, поместить в месте выхода ультразвукового сигнала из металла с целью передачи колебания на усилитель, а затем усиленный сигнал преобразуется в электрический и отражается на экране осциллографа.

Далее рассмотрим обобщенный метод решения типовой задачи «Устранение отклонений от нормы значений параметров состояния объекта»:

1. Выделить объект, параметры состояния которого должны соответствовать нормативным.

2. Выделить нормативные параметры состояния этого объекта.

3. Выделить параметры состояния объекта, отличающиеся от нормативных.

4. Выделить явления, которые могут быть причиной этого отличия.

5. Установить, какое из явлений служит причиной отклонения от нормы значений параметров состояния данного объекта.

6. Выделить условия, при которых явление-причина не может существовать.

7. Подобрать оборудование, с помощью которого можно реализовать эти условия.

8. Разработать систему действий по практической реализации условий, при которых явление не может существовать.

Разработаем метод решения следующей задачи, опираясь на обобщенный метод.

При дуговой сварке двух металлов возможна ситуация образования наплывов (натекание металла на поверхность без сплавления с ним). Наплывы, имеющие большую протяженность, являются недопустимыми дефектами, так как они вызывают концентрацию напряжений и нередко приводят к появлению непровара. Как устранить данное отклонение от нормы.

Действие 1 требует выделить объект, параметры состояния которого должны соответствовать нормативным. В нашем случае таким объектом является область соединения двух металлов (сварной шов).

Действие 2 заключается в выделении нормативных параметров состояния объекта, т. е. однородный сварной шов равнопрочный основному металлу без образования наплывов.

Действие 3 применительно к данной задаче запишется так: выделить параметры состояния сварного шва, отличающиеся от нормативных, – наличие на сварном шве областей натекания металла на поверхность без сплавления.

Действие 4 позволяет выделить явления, которые могут быть причиной этого отличия – термоэлектронная эмиссия с поверхности катода, ионизация и рекомбинация.

Действие 5 заключается в установлении явления, которое служит причиной отклонения от нормы значений параметров состояния данного объекта. В данном случае это термоэлектронная эмиссия. С возрастанием разрядного тока сопротивление дуги сильно уменьшается из-за увеличения термоэлектронной эмиссии с катода и ионизации газа в разрядном промежутке. При этом сопротивление убывает сильнее, чем возрастает ток. Вследствие этого с увеличением тока напряжение на разрядном промежутке убывает.

В действии 6 необходимо выделить условия, при которых явление-причина не может существовать. Таковыми условиями будет увеличение напряжения.

Действия 7 и 8 в условиях данной задачи можно объединить. Для увеличения напряжения в газоразрядном промежутке можно в цепь дуги включить последовательно балластное сопротивление, которое при случайном уменьшении тока уменьшает напряжение на балластном сопротивлении. Поэтому при неизменном подводимом общем напряжении напряжение на газоразрядном промежутке должно увеличиться.

Обобщенный метод решения типовой задачи «Нахождение или оценка значения физических величин, описывающих свойства объекта в определенном состоянии»:

1) выделить физическую величину, которую надо найти или оценить, и указать, какое свойство объекта и в каком состоянии описывает искомая физическая величина;

2) составить систему уравнений, в которую входит искомая физическая величина;

3) проверить, соответствует ли составленное уравнение (система уравнений) физической модели ситуации, описанной в данной задаче;

4) проверить, соответствует ли число неизвестных в уравнении (системе уравнений) числу уравнений;

5) решить уравнение (систему уравнений) относительно искомой величины;

6) найти или оценить значение искомой физической величины;

7) проверить полученное значение физической величины на соответствие реальным значениям.

Разработаем метод решения конкретной задачи, опираясь на обобщенный метод.

Определить молярную массу газовой защитной смеси Аргомикс-Л, необходимую для сварки углеродистых сталей, которая состоит из 93 % аргона, 5 % углекислого газа и 2 % кислорода.

Действие 1: Согласно условию задачи необходимо найти молярную массу газовой смеси, которая показывает, сколько граммов содержится в 1 моле вещества.

В действии 2 необходимо составить систему уравнений, в которую входит искомая физическая величина. То есть:

$$pV = \frac{m_{cm}}{M_{cm}} RT - \text{уравнение Менделеева-Клайперона, } m_{cm} = m_1 + m_2 + m_3.$$

В действии 3 проверяем, соответствует ли модель ситуации задачи данным уравнениям. Соответствует.

Действие 4 показывает, что количество записанных выше уравнений не соответствует числу неизвестных, поэтому необходимо записать еще одно уравнение:

$$p = p'_1 + p'_2 - \text{закон Дальтона.}$$

Действие 5: решим систему уравнений относительно молярной массы смеси газов.

С учетом уравнения Менделеева-Клайперона закон Дальтона запишется в виде:

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{M_{cm}} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \frac{m_3}{M_3},$$

$$M_{cm} = \frac{m}{\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} + \frac{m_3}{M_3}}.$$

В действии 6 найдем значение молярной массы:

$$M_{cm} = \frac{m}{\frac{0.93m}{M_1} + \frac{0.05m}{M_2} + \frac{0.02m}{M_3}},$$

$$M_{cm} = \frac{1}{\frac{0.93}{M_1} + \frac{0.05}{M_2} + \frac{0.02}{M_3}},$$

$$M_{cm} = \frac{1}{\frac{0.93}{40} + \frac{0.05}{44} + \frac{0.02}{16}} = 39.1 \text{ (г/моль)}.$$

Последнее действие направлено на анализ полученного значения молярной массы на соответствие реальным значениям. На самом деле, полученный результат соответствует реальным значениям.

Для специалистов данного профиля также важно овладение методами решения типовых задач «Управление технологическим процессом, работой технического объекта» и «Эксплуатация технического объекта». Формировать их целесообразно при изучении специальных дисциплин: теория сварочных процессов, технологические основы сварки плавлением и давлением, источники питания для сварки, автоматизация сварочных процессов и т. д. Например, задачу по управлению технологичес-

ким процессом или работой технического объекта можно применить в следующем виде: разработайте схему технологического процесса изготовления ресивера, вертикального цилиндрического резервуара, фермы и т. д. Пример задачи по эксплуатации технического объекта: установите, можно ли использовать сварочный автомат АОШ-1 для сварки кольцевых швов, можно ли применить сварочный трансформатор с подвижными катушками типа ТС для автоматической сварки.

Таким образом, видно, что задачи, которые решают будущие инженеры при обучении в вузе, описывают ситуации, адекватные их профессиональной деятельности. При решении студентами таких типовых задач эффективность подготовки специалистов значительно повышается, так как они овладевают методами решения любых профессиональных задач. Причем формирование метода решения задач каждого типа не требует специально отведенного для этого времени.

Список литературы

1. Стефанова Г. П., Крутова И. А. Проектирование и реализация основной образовательной программы подготовки магистров, обучающихся по направлению «Физическое образование» // Инновационные технологии и методы в профессиональном образовании студентов университета: мат-лы науч.-метод. конф. Астрахань: Издат. дом «Астраханский университет», 2009. С. 8–10.
2. Стефанова Г. П. Теоретические основы реализации принципа практической направленности подготовки при обучении физике: монография. Астрахань: Изд-во АГПУ, 2001. 254 с.

Крутова И. А., доктор педагогических наук, доцент, доцент кафедры.
Астраханский государственный университет.
Ул. Татищева, 20а, г. Астрахань, Астраханская область, Россия, 414056.
E-mail: irinkrutova@yandex.ru

Валишева А. Г., специалист по учебно-методической работе.
Астраханский государственный университет.
Ул. Татищева, 20а, г. Астрахань, Астраханская область, Россия, 414056.
E-mail: alpok-phys@mail.ru

Материал поступил в редакцию 11.04.2010.

I. A. Krutova, A. G. Valisheva

TEACHING STUDENTS THE SYNTHESIS METHOD FOR SOLVING PROBLEMS OF PROFESSIONAL ENGINEER

In this article we some typical professional engineering tasks in the sphere of equipment and technology of welding production, taking of which is during the studying of a range of mathematical and natural sciences and professional disciplines cycle according to the curriculum of “Machine building” degree programme. We propose generalized methods for solving professional problems and ways of their specificity in the study of physics at the university.

Key words: *typical professional engineering tasks, method, studying, professional activity, the formation method, development of technology.*

Krutova I. A.
Astrakhan State University.
Ul. Tatishcheva, 20a, Astrakhan, Astrakhan region, Russia, 414056.
E-mail: irinkrutova@yandex.ru

Valisheva A. G.
Astrakhan State University.
Ul. Tatishcheva, 20a, Astrakhan, Astrakhan region, Russia, 414056.
E-mail: alpok-phys@mail.ru