

М.А. ТКАЧУК, докт. техн. наук, проф., зав. каф. ТММіСАПР НТУ „ХПІ“

ДО 125-РІЧЧЯ НТУ „ХПІ“. УНІВЕРСИТЕТ, КАФЕДРА, СТУДЕНТ: ХАРТІЯ НАУКОВОГО ПРАГМАТИЗМУ

У статті висвітлені проблеми розвитку освіти і науки в технічному університеті. Запропоновані нові форми інтеграції освіти, науки і промисловості.

In the paper problems of development of education and science in the technical university are reported. The new forms of integration between education, science and industry are offered.

Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут“ підійшов до свого 125-річчя як потужний дослідницький національний університет, один із лідерів вітчизняної освіти і науки. Його успіхи, перспективи та потенціал складаються із зусиль десятків кафедр, сотень викладачів та тисяч студентів. При цьому базовим рівнем університету є кафедра.

Кафедра „Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин“ останніми роками зробила потужний ривок у розвитку свого освітньо-наукового потенціалу. Проте для накреслення напрямків її розвитку в дусі формування науково-освітнього простору необхідно провести глибокий аналіз об'єктивних та суб'єктивних чинників, що є визначальними для кафедри, університету та вітчизняної освіти і науки в цілому.

Є всі підстави вважати, що кафедра „Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин“ має 90-річну історію. Основні етапи її розвитку з 1920 року по 2005 рік відображені у статті [1]. Тому у даній статті основна увага приділена діяльності кафедри за останні кілька років.

1. Навчальний процес – основа інтеграції освіти, науки, промисловості. Основа життєдіяльності будь-якого університету – навчальний процес. Університет покликаний здійснювати процес навчання студентів, аспірантів, докторантів, викладачів, науковців. При цьому прогрес суспільства у всіх галузях супроводжується, по-перше, зростанням обсягу накопичених знань, а по-друге, стрімким ростом швидкості їх накопичення. Це, відповідно, стимулює освітній простір до екстенсивного та інтенсивного його розвитку. Оскільки освіта за своїми формами досить консервативна, то це призводить до певних напружень у її відносинах із суспільством, промисловістю, владою та молодим поколінням, через що швидкість змін не дає змоги адаптувати освіту до нових вимог з боку її партнерів. Ця об'єктивна обставина в умовах України загострюється кризовими явищами, які зумовили, наприклад, збіднення матеріальної бази вищої школи, кадровий голод середньої та вищої школи, об'єктивне відставання від передових країн в освіті і науці.

Не секрет, що на даний час, як це не парадоксально, попри усі проблеми вітчизняних університетів, вони є одним із рушіїв відродження продуктивних сил нашої країни. Це зумовлено, з одного боку, тим, що незважаючи на кри-

зові явища, університети не припиняли, на відміну від деяких підприємств та НДІ, свою діяльність та навіть розвиток за останні два десятиріччя. З іншого боку, світовий та європейський досвід свідчать про те, що основні наукові школи та найбільш значимі інноваційні проекти зароджуються у потужних університетах. По-третє, університети – це самовідтворювальна структура, що готує кадри і „назовні“, і для власного забезпечення. Саме тому логікою часу на порядок денний висувається ідеологія інтеграції освіти, науки і виробництва, причому з активною роллю університету.

Кафедра „Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин“ протягом усього свого існування втілювала у життя принцип інтеграції освіти, науки і виробництва. Саме цьому принципу було надано пріоритет на сучасному етапі розвитку.

2. Інформаційні технології проектування: нова спеціальність, нові навчальні плани, нові навчальні програми. З 2004 року на кафедрі відкрита підготовка студентів за спеціальністю „Інформаційні технології проектування“. У 2010 році відбувся перший випуск спеціалістів – група ТМ-84 Б. При підготовці студентів за спеціальністю ІТП кафедра постаралася втілити у життя прийняті на озброєння принципи інтеграції освіти, науки і виробництва. По-перше, були розроблені нові навчальні плани та навчальні програми з різних дисциплін. Навчальні плани були насичені спеціальними розділами вищої математики, механіки та систем комп'ютерного моделювання. Це дає змогу підвищити рівень фундаментальної підготовки студента. Що стосується навчальних програм, то вони зорієнтовані на поєднання навчання, досліджень та розв'язання конкретних прикладних задач. Таке приєднання створює навчальне середовище, близьке до реальних обставин майбутньої роботи випускників.

Крім того, студенти приймають участь у науково-дослідній роботі за тематикою кафедри. При цьому виконані роботи виносяться на конкурси науково-дослідних робіт. Так, у 2009 році призове місце зайняла на регіональному конкурсі студентських НДР робота студента гр. ТМ-84 Б Костенка Юрія, а у 2010 році – робота студентки гр. ТМ-85 Б Негрובової Наталії – на Всеукраїнському конкурсі. Це також допомагає нашим студентам у боротьбі за призові місця на студентських олімпіадах. Наприклад, досить успішно дебютували у II-му турі Всеукраїнської олімпіади з систем автоматизації проектування Шляхов Даниїл (гр. ТМ-86 Б) та Колос Іван (гр. ТМ-87 Б). Слід також відмітити, що ці форми роботи продовжуються для аспірантів. Так, у конкурсах робіт „Найкращий молодий науковець Харківщини“ перемагали аспіранти Пелешко Євген, Веретельник Юрій, Грабовський Андрій, Мартиненко Олександр, Васильєв Антон, Танченко Андрій. У Маріуполі у 2008 році на конкурсній роботі у ВАТ „Азовмаш“ перемагли Танченко Андрій та Грабовський Андрій.

Студенти приймають активну участь у публікаціях результатів своїх досліджень та виступах на конференціях з доповідями. За рік вони приймають участь у кількох публікаціях та виступах. Причому це не надумані теми, а результати виконання проектів на замовлення промислових підприємств. Зо-

крема, це роботи з дослідження міцності і жорсткості корпусів бронетранспортерів (завод ім. Малишева, Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. Морозова, ХТЗ), міцності корпусів вітроенергетичних установок, віброударних машин, кранів-перевантажувачів, механізмів нахилу дугових сталеплавильних печей („Азовмаш”), силових рам тепловозів (Ізюмський тепловозоремонтний завод), контактної міцності підшипникових вузлів (індустріальна група УПЕК).

Таким чином, освітня діяльність кафедри інтегрована у трикутник „університет – НДІ – виробництво”. Це забезпечує якість навчального процесу та гарантує комфортне працевлаштування випускників та їх успішне кар’єрне зростання. При цьому особливу увагу потрібно приділити стану вітчизняної науки, її інтеграції з освітою та промисловістю.

3. Наука: хартія прагматизму. Стан наукової думки в Україні. Симптоми та проблеми. Україна була перлиною наукового надбання Радянського Союзу, колиською талантів та джерелом великої частини інтелектуального продукту. Проте на даний час зникли об’єктивні чинники відносного благополуччя наукових установ, шкіл, інтелектуалів, що працювали на загальні інтереси за умов стабільного постачання науковим обладнанням, матеріалами, літературою. Зник сам стратегічний науковий „Гольфстрім”, що називався радянською наукою, зник як явище. Залишився стовбур зі скелетними віттями – постраждали крона та коріння української науки. За роки незалежності чого тільки не робилось з українською наукою: і прищеплювалось чуже, і викоринювалось нібито непотрібне, і калькувалось зарубіжне. В той же час можна вважати ці роки не втраченими даремно, але періодом хірургічних експериментів на тілі вітчизняної науки, що врешті-решт дають змогу констатувати:

- наша наука не має на даний час чіткої доктрини свого стратегічного розвитку;
- втративши лідируючі позиції в радянській науці, українська не знайшла свого місця у світовій;
- стан організації наукового життя потребує корінного коригування як з організаційної точки зору, так і з точки зору фінансування;
- безбарвне животіння, непродуктивна млява діяльність, безініціативність, небачення перспектив змушує говорити про неспроможність нашої науки своїми силами виробити шляхи виходу з кризи;
- необхідно чітко пов’язати розвиток вітчизняної науки з вітчизняною освітою;
- необхідно встановити чітко визначену політику взаємозалежності та взаємовпливів у ланцюгу „суспільство – бізнес – наука – держава”;
- на даний час потрібне критичне осмислення всіх аспектів розвитку науки та освіти, причому цю концепцію повинна запропонувати влада, спираючись на здорову, прагматичну та незашорену частину наукової спільноти.

Критерії перебудови науки. При визначенні основних критеріїв перебудови науки необхідно відштовхнутися від незаперечних реалій, тенденцій та

національних інтересів України. Світові тенденції глобалізації, інтенсифікації усіх сторін життя та жорсткої конкуренції вже давно диктують не тільки бізнесову складову життя, політичну та інші його складові, але й наукову. Тому інфантилізм, тенденції утриманства, ізоляціонізму, „футляризму” треба викреслити, змінивши сам погляд на вітчизняну науку, її роль, місце та стратегію розвитку.

Незважаючи на світові інтеграційні процеси, науковий потенціал кожної розвиненої держави є однією з найбільших цінностей нації, нею охороняється та розвивається. В Україні наука за своїм змістом збереглася значною мірою в університетських закладах та академічних установах, але пригноблюється формою управління, що склалася, та державною політикою у цій галузі. Тому її треба надати преференції та пріоритети.

Загальноприйнятою практикою у світі є визначення групи стратегічних напрямів фундаментальних та прикладних наукових досліджень, які саме у даній країні на даному історичному відрізку можуть дати найбільший ефект. Цей прагматичний підхід є повною протилежністю тієї політики, що проводилася в Україні: мізерне фінансування широкого спектру досліджень без чітко виділених пріоритетів. Немає пріоритетів – немає результатів. І це підтверджується історією майже п’ятнадцятирічного самостійного існування української науки: дуже мало реальних досягнень, мізерна ефективність впровадження результатів досліджень, занепад наукових шкіл.

Аналіз історичних уроків світового досвіду дозволяє сформулювати наступні критерії науково-технічного розвитку України: прагматизм; визначення пріоритетів; формування державної програми „Наука і освіта”; конкурсна основа розгляду наукових проектів; формування чітких критеріїв оцінки діяльності наукових закладів, колективів, керівників; залучення світового досвіду наукових доробок та технологій; зв’язок „наука – виробництво – освіта”, що оформляється в системну співпрацю; перегляд ролі університетів та формування систем „університет – науково-дослідний інститут” як основної одиниці науково-освітнього комплексу.

Деякі пропозиції до напрямків нової науково-освітньої політики України. Науково-технічна еліта України вже давно внутрішньо визначила наступні напрямки пріоритетного розвитку вітчизняної науки.

- Формування пріоритетних напрямків науково-технічної політики: поєднання стратегічних переваг світових технологій досліджень та багаторічних досягнень вітчизняних учених у *принципово нових системах знань*. На наш погляд, для науки це – єдиний шлях збереження цінного багажу знань. На відміну від ізоляціонізму, що вживався у середовищі вчених України протягом двох десятиріч, це дає змогу різкої інтенсифікації наукового життя. З іншого боку, таким чином вдається уникнути бездумного насадження *уніфікованих форм* організації інтелектуальної діяльності. *Яскравий приклад*: вітчизняна наука (зокрема, механіка, машинобудування), що мала значні здобутки, розвивається зарубіжними технологіями автоматизованого проектування, дослідження та виготовлення (системами CAD/CAE/CAM), що фактично стали міжнародними

стандартами (системи Pro/ENGINEER, CATIA, SolidWorks, ANSYS, NASTRAN тощо). Шлях створення альтернативних систем – безперспективний (потребує значних коштів та часу – ні того, ні іншого у нашому розпорядженні просто немає). Шлях механічного запозичення означає знищення даної наукової галузі в Україні. Ми стаємо простими споживачами чужих технологій. Це не тільки втрата для науки, це втрата для промисловості: вона стає простим безініціативним виконавцем роботи за чужими проектами, на чужій технологічній основі, на чужому обладнанні (єдина перевага, та й то тимчасова – дешева робоча сила, матеріали, енергія). В НТУ „ХПІ” протягом десятків років розроблено *альтернативний синтетичний напрям*, що базується на методі розширеного параметричного опису складних та надскладних систем. Принципова відмінність даного підходу – в тому, що він дає змогу *інтегрувати дані* у різних форматах, поєднувати різні технології та створювати *якісно нові системи знань* із залученням переваг, що дає поєднання унікальних вітчизняних наукових досягнень та технологічних досягнень світового наукового загалу. При цьому: наука дістає поштовх для інтенсифікації розвитку; зникають бар’єри для інтеграції у світовий ринок; на цій основі є можливість створення вітчизняних проектів, що конкурентоспроможні на світовому ринку. Це ж саме стосується вітчизняної промисловості.

- Інтеграція вітчизняної системи освіти у світову, в першу чергу, європейську, що проводиться *механічно*, не дасть можливості повною мірою використати напрацювання українських вчених. У той же час запропоновані синтетичні технології наукових досліджень дають таку можливість. Для цього доцільно створювати науково-освітні комплекси на базі установ Міністерства освіти і науки України, Національної академії наук, галузевих інститутів.

- Концентрацію ресурсів за зусиль на окремих пріоритетних напрямках науки доцільно було б здійснювати у *науково-освітніх центрах* при університетах. Так, НТУ „ХПІ” витратив кілька мільйонів гривень та 10 років діяльності на створення Центру комп’ютерних технологій проектування „Тензор”, що поєднав у собі наукову школу, освітнє спрямування, ліцензійні програмні продукти, реальні проекти на замовлення вітчизняних та зарубіжних фірм, міжнародні гранти. Його успішна діяльність – підтвердження правильності обраного стратегічного напрямку. Важливо перетворити центри такого типу у державні, а пріоритетні напрями наукової діяльності – у державні науково-технічні програми, причому з визначенням відповідальних осіб та установ. Зокрема, стратегічною метою є інтеграція вітчизняної науки, освіти, виробництва у світові технології та забезпечення конкурентоздатності українських проектів та виробів на світовому ринку.

- Забезпечення безшокового входження України у світовий простір інтелектуальної власності шляхом використання запропонованого синтетичного підходу. Не секрет, що в Україні дуже мало ліцензійних систем автоматизованого проектування. Вступ до світової організації торгівлі передбачає перехід на ліцензійні програмні системи, в першу чергу – придбані на Заході. У масштабах України – це одномоментна потреба у мільярдах доларів та десят-

ках тисяч ліцензій. Для уникнення цього удару пропонується широке використання на першому етапі центрів комп’ютерних методів проектування, де буде зосереджена критично мінімально необхідна кількість ліцензійних програмних продуктів колективного користування. Це у сотні разів зменшить фінансове навантаження на вітчизняні підприємства та надасть час для правильної інтеграції у світовий ринок.

- Запропонована синтетична технологія дає змогу вирішувати також проблему прискореної технологічної підготовки виробництва шляхом різкої інтенсифікації використання гнучких технологічних систем у машинобудуванні та розширення технологічних можливостей технологічного обладнання на базі науково-обґрунтованих підходів, що розроблені вітчизняними вченими, та передових комп’ютерних технологій. Виграш: фінанси і час, що необхідні на технологічне переозброєння підприємств машинобудування (а це мільярди гривень та роки).

- Розроблена технологія створює можливість прискореної верифікації результатів досліджень на основі розрахунково-експериментального підходу: результати комп’ютерного моделювання оперативно поєднуються з експериментальними дослідженнями, що дає змогу створювати високостовірні моделі, підвищувати технічні та тактико-технічні характеристики вітчизняних виробів та їх конкурентоспроможність.

- Обороздатність країни та конкурентоспроможність продукції військово-промислового комплексу.

На основі цих підходів можна реалізувати деякі пропозиції.

1. На основі широкого обговорення (але в продуктивному „інтенсивному режимі”) розробити основні стратегічні напрями науково-технічного розвитку України у вигляді Державної науково-технічної політики „Наука і освіта України”.

2. Розробити стратегічні цільові Державні програми з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, зокрема „Механіка – машинобудування – САПР України”.

3. Створити низку Державних науково-освітніх Центрів при університетах на зразок Центра комп’ютерних технологій проектування „Тензор” в НТУ „ХПІ” із залученням науковців Національної академії наук, із урахуванням думки промисловців та з інтеграцією в них галузевих інститутів, що на даний час відчувають проблеми з тематикою досліджень.

На основі інтегрованого підходу кафедра ТММіСАПР та центр „Тензор”, зокрема, можуть координувати супроводження технологічного розвитку і трансфер наступних технологій в галузі нових інтегрованих методів досліджень складних та надскладних механічних систем: інтегровані системи автоматизованого проектування та дослідження нових машин, механізмів, конструкцій; розрахунково-експериментальні технології досліджень на основі методу скінченних елементів та голографічної інтерферометрії; комп’ютерне моделювання елементів біомеханічних систем (ендопротезування хребта та опорно-рухового апарату, коригуючі системи тощо); моделювання процесів

при бойовому застосуванні зразків озброєння та військової техніки; кластерні технології досліджень при комп'ютерному моделюванні механічних систем; оптимальне проектування унікальних конструкцій тощо.

Базою для супроводження науково-технологічного розвитку є кафедра „Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин” та науково-дослідницький центр комп'ютерних методів проектування машинобудівних конструкцій „Тензор” НТУ „ХПІ”, чисельність наукових, інженерних та інженерно-технічних співробітників, допоміжного та залученого персоналу якого складає 50 штатних працівників, в т.ч. професори, доктори наук, кандидати наук, аспіранти.

Університет має необхідну інфраструктуру, матеріально-технічну базу та багаторічний досвід проведення фундаментальних та прикладних досліджень в цьому напрямку. Основу матеріальної бази складає унікальний програмно-апаратний комплекс, що поєднує *апаратне забезпечення*: комп'ютерний 64-ядерний кластер „Політехнік-125» на базі процесорів Intel з загальним обсягом оперативної пам'яті 128 Гб, дисковою пам'яттю 10 Тб (рис. 1); система *двохпроцесорних комп'ютерних станцій* на базі процесорів Xeon, Opteron; *програмне забезпечення*: спеціалізовані інтегровані системи автоматизованого аналізу напружено-деформованого стану елементів складних та надскладних механічних конструкцій та синтезу оптимальних конструктивних схем, а також конструктивних, технологічних та експлуатаційних параметрів машинобудівних конструкцій; *ліцензійні системи* комп'ютерного проектування та моделювання поведінки складних конструкцій

Pro/ENGINEER, WinMachine, Pro/Mechanica, LSDYNA-3D, ANSYS, Inventor, Компас; системи моделювання поведінки *динамічних систем* з великою кількістю елементів.

Потрібно особливо відзначити ліцензію на систему ANSYS, отриману університетом у 2010 році завдяки сприянню фірми EMT U (м.Київ).

Завдяки цьому створені умови для виконання міжнародних проектів та господарських договорів, а також бюджетних тем.



Рис.1. Створений в НТУ «ХПІ» за сприяння ІП УПЕК комп'ютерний клас-кластер «Політехнік-125»: відкриття 25 листопада 2009 р.

Так, за 7 останніх років виконано 10 бюджетних тем з тематики досліджень процесів динамічного навантаження складних механічних систем, моделювання руйнування конструкцій, оптимального синтезу елементів технологічних систем, голографічної інтерферометрії та методу скінченних елементів.

Крім того, на основі наукового доробку виконано 23 реальних проекти на замовлення українських та зарубіжних підприємств, в т.ч.:

- розробка вітчизняного колісного бронетранспортера (договори ДП „Завод ім. Малишева”, ХКБМ з НТУ „ХПІ”);
- моделювання напружено-деформованого стану зварних рам вітроенергетичних установок (договори ВАТ “ГСКТІ” та „Азовмаш” з НТУ „ХПІ”);
- модернізація гусеничних бронетранспортерів (договори з ДП „Завод ім. Малишева”);
- створення гідрооб'ємних передач для транспортних засобів спеціального призначення (договори ВНДІ „Гідропривод”, ХКБМ);
- модернізація машин серії МТ-ЛБ (договори ВАТ „ХТЗ” з НТУ „ХПІ”);
- моделювання поведінки нових шахтових машин в процесі експлуатації (договори з ДП „Завод ім. Малишева”, ДП „Світло шахтаря”);
- моделювання збуреного руху транспортних засобів спеціального призначення (договори ДП „Завод ім. Малишева”, КП „ХКБМ”);
- підвищення точності виготовлення деталей бронетанкової техніки шляхом створення спеціалізованих систем моделювання їх форми (бюджетна тематика);
- підвищення бронезахисності бронетехніки та живої сили при здійсненні миротворчих операцій (бюджетна тематика);
- забезпечення високих технічних характеристик віброударних машин, перевантажувачів, механізмів нахилу технологічних машин (договори з ВАТ “ГСКТІ” та „Азовмаш”).

Крім того, виконані та виконуються міжнародні гранти з STCU та CRDF, за програмою україно-французького співробітництва „Дніпро”, у рамках співробітництва з Німеччиною. Виграно та успішно виконано проекти за Державними програмами. Так, за Державною науково-технічною програмою „Ресурс” було виконано проект № НЧ/429-2007 від 31.07.2007 р. „Вітроенергетичні установки: теоретичні основи методів моделювання та підвищення ресурсу силових елементів конструкцій”, а за Державною програмою „Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці” на 2006-2010 роки – договір №ІТ/480-2007 „Розробка теоретичних основ комп'ютерних кластерних технологій та унікального програмно-апаратного комплексу для дослідження складних та надскладних механічних систем”.

Силами кафедри видаються фахові видання „Вісник НТУ „ХПІ”, серії „Машинознавство та САПР” та „Проблеми механічного приводу”.

Щорічно на базі НТУ „ХПІ” з цього напрямку проводиться науково-тех-

нічна конференція „Проблеми якості та довговічності зубчастих передач, редукторів, їх деталей і вузлів” (рис. 2).



Рис. 2. Севастополь-2009: чергова конференція „Проблеми якості та довговічності зубчастих передач, редукторів, їх деталей і вузлів” (після пленарного засідання)

За останні роки підготовлено до друку 2 монографії, 4 підручники, опубліковано сотні статті. Все це незаперечно свідчить про високу ефективність запропонованого підходу, що полягає в інтеграції освіти, науки і виробництва. Цим самим поступово втілюється в життя університету ідеологія науково-технологічного прагматизму.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що кафедра „Теорія і системи автоматизованого проектування механізмів і машин” зустрічає 125-річчя Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут” новими напрямками діяльності, що полягають у тісній інтеграції науки, освіти, виробництва на основі прагматичного підходу до процесу розвитку науково-освітніх шкіл та до результатів діяльності, що спрямована на підготовку нового покоління студентів, науковців, викладачів. Даний досвід можна розглядати як один із центрів кристалізації та формування нової парадигми розвитку та інтеграції вітчизняної науки, освіти та виробництва.

Дана публікація є складовою серії статей до 125-річчя Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. У наступних статтях будуть розглянуті здобутки кафедри, її плани та перспективи.

Список літератури: 1. Ткачук П.А. Кафедра ТММ: годы, имена, события (К 80-летию основания) / П.А. Ткачук // Вестник НТУ „ХПИ”. Тем. вып.: „Машиноведение и САПР”. – 2005. – Вып. 53. – С. 3-11.

Поступила в редакцію 02.02.10

УДК 669.72.07

В.И. АЛЕХИН, асп. каф. „Литейное производство”, НТУ „ХПИ”.
А.В. БЕЛОГУБ, канд. техн. наук, техн. директор ОАО „АВТРАМАТ”, г. Харьков, **О.В. АКИМОВ**, докт. техн. наук, доц., зав. каф. „Литейное производство”, НТУ „ХПИ”

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОРШНЯ С УЧЕТОМ ДИСЛОЦИРОВАННЫХ ДЕФЕКТОВ УСАДОЧНОГО ХАРАКТЕРА

У статті представлено моделювання теплового і напружено-деформованого стану поршня з урахуванням усадкових дефектів, дислокованих в твердотілу модель, в результаті моделювання доведено, що дефекти є локальними концентраторами напрути.

In this article the modeling of the thermal and tensely-deformed state of piston is presented with defects deployed in a 3D- solid model, which it is well-proven as a result of, that defects are the local concentrators of tensions.

Введение. Данная публикация продолжает цикл исследований, выполненных на кафедре литейного производства НТУ „ХПИ” и посвященных проблеме обеспечения качества деталей поршней в рамках методики конструкторско-технологического проектирования деталей ДВС [1-6].

Исследования в данной работе проводились в два этапа:

- моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния (НДС) поршня без учета возможных дефектов усадочного характера;

- моделирование теплового и НДС поршня с учетом дефектов, определенных с помощью LVM Flow и дислоцированных в твердотельной детали.

Для расчетов влияния дефектов, определенных при моделировании литейных процессов в LVM Flow и представленных в предыдущих публикациях [1], было принято решение выполнить их в теле детали в том объеме и соответствующих местах. Как известно, усадочные раковины возникают вследствие объемной усадки и недостаточного питания сечений отливки металлом и отличаются неправильной формой и изрытой шероховатой поверхностью, большей частью окисленной. Для построения численного эксперимента дислокации в твердотельной детали дефекты выполнили в

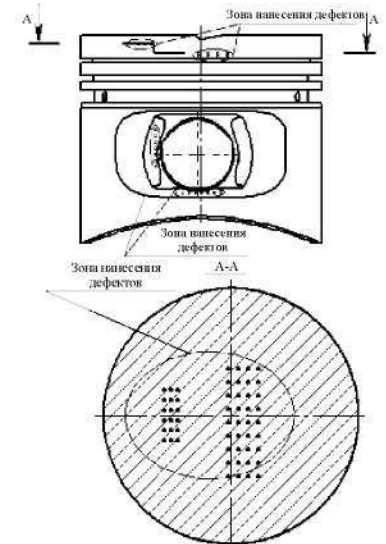


Рис.1. Зоны дефектов, выполненные в твердотельной детали