

## History

УДК 378(09):621.8(043.3/.5)

Бандус В.О.,

аспірант кафедри «Політологія», Одеського національного політехнічного університету, slava-bandus@mail.ru  
Україна, м. Одеса

## НАУКОВИЙ ДОРОБОК ПРОФЕСОРА В.О. ДОБРОВОЛЬСЬКОГО У ПЕРІОД 1945–1963 РР.

У статті розглянуто творчу діяльність і здобутки видатного українського вченого, доктора технічних наук, професора Віктора Опанасовича Добровольського у період 1945–1963 рр. Встановлено основні напрямки та пріоритети у дослідженнях науковця цього періоду: розробка загальних проблем конструювання машин та висвітлення актуальних проблем промисловості і науки. Доведено, що В.О. Добровольський є автором ґрунтовних теоретико-методологічних напрацювань у галузі конструювання машин. Відзначено вагому роль наукового доробку професора для розвитку загального машинобудування та вищої технічної освіти в Україні.

**Ключові слова:** Одеський політехнічний інститут, професор, деталі машин, В.О. Добровольський, загальне машинобудування, конструювання.

**Постановка проблеми.** Формування цілісної концепції розвитку машинобудування в історичній ретроспективі, як фундаментальних складових української освіти і науки, забезпечується вивченням науково-освітньої спадщини провідних учених. Фундатором багатьох теоретичних і практичних напрямків українського машинобудування і матеріалознавства першої половини – середини ХХ ст. професор, доктор технічних наук В.О. Добровольський (188–1963). В.О. Добровольський є автором 160 оригінальних наукових праць з проблем машинобудування і матеріалознавства, серед яких монографії: «Голчасті підшипники» [1], «Ремінні передачі» [2], «Багатоковшеві екскаватори» [3], загальновідомий підручник «Деталі машин» [4]. Специфіка наукових здобутків ученого визначається міждисциплінарним характером, масштабністю і глибиною постановки та вирішення проблем, що були реалізовані на практиці. Незважаючи на наявність певного наукового інтересу, творчий доробок ученого за виключенням окремих праць представлений вкрай обмежено та залишається невідомим для наукового середовища і сьогодні.

**Метою статті** є висвітлення результатів наукової діяльності В.О. Добровольського в період 1945–1963 рр. та аналіз його творчості в контексті розвитку українського машинобудування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Віктор Опанасович Добровольський народився 2 лютого 1884 р. в м. Тростянець Харківської губернії (нині Сумська обл.). У 1908 р. закінчив механіко-технологічний факультет Харківського технологічного інституту, після чого тривалий час займався практичною діяльністю на залізницях та виробництві [5, арк.3]. У 1918 р. взяв участь в організації Одеського політехнічного інституту (ОПІ) та Вечірнього робітничого технікуму, в якому працював завідувачим, а з 1920 р. управляючим і директором [5, арк.6]. У 1935 р. дослідник був затверджений професором ОПІ, а в 1936 р. без захисту дисертації став доктором технічних наук. На протязі усієї роботи у вищій

школі В.О. Добровольський керував кафедрою «Деталі машин» ОПІ, завідував створенням вечірньої освіти на півдні України. Перебуваючи на посаді директора ОПІ (1946–1957рр.) організував відновлення інституту та сприяв його перетворенню на провідний науковий і освітній центр півдня України [6, с.19].

Розпочав наукову діяльність Віктор Опанасович у 1911 р. з публікацій на сторінках журналу «Південноросійського товариства технологів» [7, с.21]. На протязі 20–30-х рр. ХХ ст. ученим були організовані фундаментальні наукові дослідження в області механічних передач, підшипників, парових установок, землечерпальних машин, норм розрахунку деталей машин, що отримали логічне завершення у вигляді 7 монографій та численних наукових статей. З закінченням радянсько-німецької війни розпочався останній період наукової діяльності В.О. Добровольського, що охоплює період з 1945 по 1963 рр. У порівнянні з попередніми етапами наукових пошуків, зазнала структурних змін тематика наукових робіт ученого. Стрімкий розвиток машинобудування змусив науковця відступити від вивчення окремих машин та їх деталей, і зосередитися на загальних проблемах машинобудування і конструювання. Важливими причинами, що вплинули на характер творчої діяльності В.О. Добровольського і призвели до скорочення загальної кількості наукових публікацій стали поважний вік дослідника, адміністративна робота на посаді директора ОПІ (1945–1957 рр.) [5, арк.4], продуктивна педагогічна діяльність.

Науковий доробок дослідника на визначеному етапі творчості поділяється на два основні напрямки: загальні проблеми конструювання машин і деталей машин у машинобудуванні та проблеми розвитку промисловості і науки.

Питання конструювання у процесі побудови деталей і машин цікавили вченого протягом усієї наукової кар'єри. У період 1925–1941 рр. В.О. Добровольський приділив значну частину власних робіт проблемам норм

і розрахунку в процесі конструювання окремих деталей. Науковець неодноразово звертався до питань конструювання, методів пов'язаних з цим процесом та потреб, що визначали особливості конструювання деталей у статтях і монографіях присвячених передачам, підшипникам, паровим машинам та іншим механізмам. Дослідник зазначав, що проектування деталей машин потребувало знання основних критеріїв цього процесу: визначення допустимих напружень та запасів міцності в машинобудуванні [8, с.15]. Проблема вибору запасу міцності та допустимих напружень учений приділяв увагу у кожному із видань власних підручників: «Деталі машин» та «Розрахунки деталей машин», визначаючи ці критерії, як основу процесу конструювання [9, с.5].

Для раціоналізації визначення запасу міцності і напружень, Віктор Опанасович підготував роботу: «Вибір запасу міцності і допустимих напружень в машинобудуванні» (1941 р.) [10]. Актуальність розглянутої ученим проблеми пов'язана з підвищенням значення цих розрахунків у конструюванні, через диференціацією вимог до норм міцності в різних сферах машинобудування. За відсутності жорстких вимог до максимальної маси, помилки при розрахунках у конструюванні компенсувались за рахунок великих запасів міцності, але з появою деталей і конструкцій з новими вимогами, постала проблема точного розрахунку допустимого напруження і запасу міцності [11, с.14].

Науковець у власних дослідженнях встановив, що при визначенні допустимого напруження і запасу міцності необхідно застосовувати ряд постійних показників (характер деформацій, механічні властивості матеріалів, навантаження що руйнують конструкцію) та умовних факторів (технологію виготовлення, монтажу, умови експлуатації), що призводило до неточності кінцевих результатів [9, с.5]. Для визначення допустимого потрібно підбирати і розраховувати допустимі напруження відповідно до режиму роботи машини, і у жодній точці конструкції воно не повинно перевищувати допустиме напруження відповідного матеріалу. Учений описав два методи визначення допустимих напружень: табличний (при використанні уже розрахованих запасів міцності і напруження) і диференціальний (для кожного випадку окремі розрахунки з урахуванням усіх особливостей) з варіантами їх використання [12, с.14].

В.О. Добровольський визначив помилковість існуючого підходу, коли межею допустимого напруження усіх типів матеріалів була величина тимчасового опору і підібрав основні критерії вибору допустимих напружень при заданому запасу міцності, відповідно до поділу матеріалів на крихкі та пластичні [10, с.5]. При статичному напруженні пластичних матеріалів – межа текучості, при перемінному – межа витривалості і текучості, для крихких матеріалів – межа міцності при тимчасовому опорі на розрив, стиснення і вигин [12, с.13]. Доповнює цінність книги велика кількість розрахунків, норм для вибору запасу міцності і допустимих напружень, спеціальних норм для різних деталей і матеріалів, покликаних надати інженерам-конструкторам фундамент для проведення точних обчислень.

Дослідження проблем конструювання і проектування Віктор Опанасович продовжив у праці: «Основні прин-

ципи конструювання сучасних машин» (1956 р.) [13]. У порівнянні з попередніми роботами, науковець зосередив увагу не на практичних розрахунках і нормах конструювання, а на теоретичному узагальненні основ цього процесу, для формування у конструкторів науково вивіреного підходу до проектування [13, с.1]. Спираючись на багаторічний досвід роботи, В.О. Добровольського підготував рекомендації для інженерів і охарактеризував дев'ять принципів конструювання, які залишились актуальними і до сьогодні: підвищення продуктивності і покращення умов праці, надійність, естетичність зовнішнього вигляду, мінімальна вага, способи передачі енергії, місцева якість, вузлова компоновка, стандартизація і уніфікація, технологічність [13, с.109]. Учений відзначив динамічність принципів конструювання і їх постійний зв'язок з потребами суспільства.

Ключове місце у конструюванні дослідник відводив розвитку електронних приладів для процесу автоматизації машин і промисловості, засвоєнні конструкторами загальної теорії автоматизованого регулювання [13, с.16] та економічній ефективності, для визначення якої виконав підрахунки причин зупинок автоматизованих ліній виробництва і витрат пов'язаних з ними. Науковець вказав на необхідності стандартизації деталей в умовах вузлового компоновання машин (переваги цього процесу професор підкреслював у роботах про голчасті підшипники ще в 30-і рр. XX ст.), як важливому елементу підвищення економічних показників [13, с.99]. Розглянувши довговічність і надійність, як основні складові експлуатації машин, учений наголосив на вдосконаленні слабких елементів конструкцій, як найбільш раціональному та економічному методу їх покращення [13, с.22].

У 1957 р. в співавторстві з власним учнем, Л.Б. Ерліхом, Віктор Опанасович підготував публікацію: «Значення вагового показника при розробці конструкцій машин». Проаналізувавши значення ваги, як важливого елементу вартості машини, автори визначили основні шляхи її зменшення, взаємозв'язок питомої ваги з розмірами та вдосконаленням конструкції. Наступного року, у статті: «Тривалість роботи деталей машин», науковці розглянули значення довговічності, як ключового якісного показника роботи деталей та способи її підвищення [7, с.31].

Дослідження В.О. Добровольським практичних і теоретичних проблем конструювання у машинобудуванні стали логічним продовженням його попередніх наукових напрацювань. Учений здійснив системний крок від розробки окремих проблем деталей і машин, до осмислення ключових завдань і тенденцій машинобудування в цілому. Його праці присвячені визначенню допустимого напруження та висвітленню основних принципів конструювання стали вагомим етапом в інтенсифікації практичної і теоретичної сторони вітчизняного загального машинобудування.

Інший вектор творчих пошуків Віктора Опанасовича в період 1945–1963 рр. включав різноманітні наукові публікації, що охоплювали практичні, теоретичні й методологічні проблеми машинобудування. Серед цього напрямку провідне місце належить проблемам педагогіки та методології викладання дисципліни «Деталі машин» у вищій школі.

У публікації «Переглянути порядок контролю захищених дисертацій» (1947 р.) В.О. Добровольський надав рекомендації щодо покращення контролю захищених дисертацій, ідентифікації запозичень результатів чужої інтелектуальної діяльності [14]. Наприкінці 40-х рр. учений долучився до дискусії, що велась у наукових колах щодо методики курсу «Деталі машин», опублікувавши статтю: «З приводу методики викладання курсу «Деталі машин» [15]. Він виділив ключове організаційне упущення у побудові і розумінні цієї комплексної машинобудівної дисципліни, коли її вивчення проходило паралельно з курсами матеріалознавства, опору матеріалів, теорії механізмів і машин, а не після. Праця дослідника порушувала проблему формування помилкового концептуального розуміння процесу розрахунку деталей, як задачі на постановку цифр до формул та необхідності її усунення у процесі навчання за допомогою наведення конкретних прикладів прикладного розрахунку, що не відповідають теоретичним результатам [15, с.20].

Для вирішення актуальних проблем викладання дисциплін: «Технології механізмів і машин», «Деталей машин», «Підйомно-транспортних машин» у 1948 р. в Одесі було утворено постійну методологічну секцію викладачів вищих технічних закладів міста, яку очолив Віктор Опанасович. Підсумки роботи цього об'єднання були представлені вченим у публікації: «Досвід міжвузівської методичної роботи» (1949 р.) [16, с.25], за результатами якої, В.О. Добровольський узагальнив методи лабораторної роботи студентів, підготувавши типовий проект кабінету лабораторії «Деталі машин» і рекомендував до ознайомлення та використання викладачам новий вид самостійної роботи студентів на практичних заняттях, впроваджений в ОПІ [16, с.26]. Науковець обґрунтував необхідність оновлення розділів зубчастих і черв'ячних передач курсу «Деталей машин», у зв'язку з їх поширенням у машинобудуванні, різноманітністю і складністю методів розрахунку [16, с.26].

Вирішенням методологічної проблеми викладання матеріалів з питань зубчастих і черв'ячних передач стала колективна праця В.О. Добровольського з професором К.І. Заблонським: «Методика викладу розділів “Зубчасті і черв'ячні передачі” в курсі “Деталі машин”» (1950 р.) [17]. Проаналізувавши викладання та програму цих розділів за 1949 р. автори відмітили абстрактність їх форми і побудови, що виникла через різноманітність методів розрахунку, відсутність точного пояснення фізичної сторони явищ у передачах, недостатній зв'язок розрахункової частини з методами виготовлення, точністю і матеріалами [17, с.4]. Запропоноване дослідниками вирішення проблеми базувалось на узагальненні й використанні стандартизованих методів розрахунку, виключенні з курсу геометрії і кінематики зачеплення, що вивчались дисципліною «Теорія механізмів і машин», поясненні особливостей у роботі передач, характеру пошкодження зубців та об'єднанні зубчастих і черв'ячних передач в один розділ для повноцінного розуміння особливостей цих механізмів [17, с.7].

У власних наукових пошуках В.О. Добровольський звернувся до питання переосмислення та модернізації теоретичних основ машинобудування, представлених трактуванням і розумінням терміну «машина» у радян-

ській історіографії, опублікувавши статтю «Розвиток поняття “Машина” та необхідність його уточнення» (1955 р.) [18]. Межі цього поняття для радянської науки обмежувалися ідеологічним визначенням К. Маркса: «Машина – це такий механізм, що діставши відповідний рух, виконує своїми знаряддями, ті самі операції, що їх виконували робітники такими ж знаряддями», його розумінням будови (двигун, передача, знаряддя) і періодизацією розвитку машин [18, с.147]. Суть цього визначення та описана будова машини, на середину ХХ ст. не відповідали сучасному розвитку машинобудування і не охоплювали різноманітні типи нових машин.

Не виходячи за межі ідеологічних обмежень, учений здійснив спробу модернізувати та оновити поняття «машина» і його складові. Проаналізувавши історичний шлях визначення, починаючи з античності і до початку ХХ ст., він представив його оновлений зміст: «Машин – це знаряддя, що обслуговується людиною, у якому доцільні по формі та розмірам частини виготовлені із матеріалів здатних витримувати високі напруження, виконують за допомогою постійного надходження енергії, корисні рухи і дії потрібні людині для технічних і технологічних цілей» [18, с.148]. Науковець розширив складові будови сучасних частин машин, вказав на помилковість існуючого поділу машин на прості і складні, визначивши, що прості машини слід розуміти, як деталі. Відповідно до модернізованого визначення Віктор Опанасович представив ряд оновлених способів вивчення машин за допомогою статички і кінематики [18, с.149].

Дослідивши основні зразки і властивості матеріалів тормозних та фрикційних механізмів для поглинання кінетичної енергії (азбест, сталь, бронза, металокераміка), В.О. Добровольський у співпраці з своїми колегами, видав публікацію: «Фрикційні властивості металізованого шару» (1956 р.) [19]. Проведені в лабораторії тертя ОПІ експерименти продемонстрували, що на відміну від існуючих матеріалів, металізоване покриття, дешеве і просте у виготовленні, за фізико-механічними властивостями подібне до металокераміки. За результатами випробувань, науковці обґрунтували можливість використання металізованого покриття у якості альтернативи існуючим матеріалам тормозних і зчіпних механізмів [19, с.353].

**Висновки.** Наукова діяльність Віктора Опанасовича в період 1945–1963 рр. демонструє різноманітність наукових пошуків та професійне зростання його, як ученого, що здійснив крок від розробки локальних проблем машинобудування до осмислення глобальних тенденцій машинознавства. Відступивши від дослідження окремих машин та їх деталей, науковець звернувся до вивчення загальних основ машинобудування та конструювання, як концептуальної основи розвитку науки. Використовуючи величезний досвід практичної та наукової роботи, дослідник разом з власними колегами і учнями продовжив організувати перспективні дослідження проблем машинобудування, розробляти методологію викладання ключових технічних дисциплін. Виступаючи, як інженер та вчений-практик В.О. Добровольський зробив вагомий внесок у розвиток різних областей загального машинобудування та вищої технічної освіти України. Роботи вченого сприяли якісному зростанню українського ма-

шинобудування, що актуалізує проведення нових системних досліджень творчої спадщини Віктора Опанасовича для відтворення цілісної історії становлення і розвитку української науки.

#### Література

1. Добровольський В.А., Поддерегин Д.М., Поддерегин В.М. Игольчатые подшипники: Конструкция, расчёты, производство, монтаж и уход. Одесса: Черноморская коммуна, 1935. 172 с.
2. Добровольський В.А. Ременная передача: Теория, конструкция, расчёты, монтаж. К.: Гостехиздат, 1934. 218 с.
3. Добровольський В.А. Многочерпаковые экскаваторы: их конструкция, проектирование и расчёт. Х.: Гостехиздат Украины, 1934. 415 с.
4. Добровольський В.А. Детали машин. Теория, конструкция и расчёты: учеб. пособие для машиностроит. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М., 1945. 815 с.
5. Архів ОНПУ.Ф. Р-126. Оп. 11. Особові справи співробітників ОПІ.Д. 250 арк.
6. Гусарев В.С. Віктор Афанасьевич Добровольський Інженер педагог учитель. Одесса, 2015. 67 с.
7. Віктор Опанасович Добровольський. Бібліографічний покажчик / упоряд.: Гнатюк П.Ю., Ісламгулова З.Х., Яковлева І.А. / ред. К.І. Заблонський. Одеса: Наука і техніка, 2004. 45 с.
8. Добровольський В.А. Детали машин: учеб. пособие для вузов УССР. 6-е изд., перераб. и доп. К.: Гостехиздат УССР, 1951. 784 с.
9. Добровольський В.А. Расчёт детали машин: Прим. с подроб. решениями: Учеб. пособие для вузов УССР. 7-е изд. К.: Гостехиздат УССР, 1961. 390 с.
10. Добровольський В.А. Выбор запаса прочности и допускаемых напряжений в машиностроении. Одесса: ВНИИПОМАШ, 1941. 61 с.
11. Добровольський В.А., Заблонський К.И., Мақ.С.А., Радчик А.С., Эрлих Л.Б. Детали машин: Учеб. для машиностроит. вузов и спец. 6-е изд. доп. М.: Машигиз, 1963. 604 с.
12. Добровольський В.А. Задачи по деталям машин: Пособие для студентов конструкторов. М.: Машигиз, 1935. 585 с.
13. Добровольський В.А., Эрлих Л.Б. Основные принципы конструирования современных машин. К.: Машигиз, 1956. 109 с.
14. Добровольський В.А. Пересмотреть порядок контроля защищенных диссертаций. Вестн. высш. шк. № 10. 1947. С.56.
15. Добровольський В.А. По поводу методики преподавания курса «Детали машин». Вестн. высш. шк. № 6. 1948. С.20-21.
16. Добровольський В.А., Эрлих Л.Б. Опыт межвузовской методической работы. Вестн. высш. шк. № 4. 1949. С.25-27.
17. Добровольський В.А., Заблонський К.И. Методика изложения разделов «Зубчатые и червячные передачи» в курсе «Детали машин». Одесса: ОПІ, 1950. 14 с.
18. Добровольський В.А. Развитие понятия «машина» и необходимость его уточнения. Науч. зап. Одес. политехн. ин-т. Т. 4. Вып. 2. О., 1955. С.141-150.

19. Добровольський В.А., Радчик А.С., Лобунец Р.Н. Фрикционные свойства металлизированного слоя. Повышение износоустойчивости и срока службы машин. К.:Машигиз, 1956. С.350-353.

#### References

1. Dobrovolskiy V.A., Podderegin D.M., Podderegin V.M. Igochatnye podshpimiki: Konstruktsiya, raschyoty, proizvodstvo, montazh i uhod. Odessa: Chernomorskaya kommuna, 1935. 172 s.
2. Dobrovolskiy V.A. Remennaya peredacha: Teoriya, konstruktsiya, raschyoty, montazh. K.: Gostehizdat, 1934. 218 s.
3. Dobrovolskiy V.A. Mnogocherpakovyye ekskavatory: ih konstruktsiya, proektirovaniye i raschyot. H.: Gostehizdat Ukrainyi, 1934. 415 s.
4. Dobrovolskiy V.A. Detali mashin. Teoriya, konstruktsiya i raschyoty: ucheb. posobie dlya mashinostroit. vtuzov. 3-e izd., pererab. i dop. M., 1945. 815 s.
5. Arkhiv ONPU.F. R-126. Op. 11. Osobovi spravy spivrobitnykiv OPI.D. 250 ark.
6. Gusarev V.S. Viktor Afanasevich Dobrovol'skiy Inzhener pedagog uchitel. Odessa, 2015. 67 s.
7. Viktor Opanasovych Dobrovolskiy. Bibliografichnyi pokazhchik / uporiad.: Hnatiuk P.Yu., Islamgulova Z.H., Yakovleva I.A. / red. K.I. Zablon'skiy. Odesa: Nauka i tekhnika, 2004. 45 s.
8. Dobrovolskiy V.A. Detali mashin: ucheb. posobie dlya vtuzov USSR. 6-e izd., pererab. i dop. K.: Gostehizdat USSR, 1951. 784 s.
9. Dobrovolskiy V.A. Raschyot detali mashin: Prim. s podrob. resheniyami: Ucheb. posobie dlya vtuzov USSR. 7-e izd. K.: Gostehizdat USSR, 1961. 390 s.
10. Dobrovolskiy V.A. Vybor zapasa prochnosti i dopuskaemyih napryazheniy v mashinostroenii. Odessa: VNITOMASH, 1941. 61 s.
11. Dobrovolskiy V.A., Zablon'skiy K.I., Maq.S.L., Radchik A.S., Erlih L.B. Detali mashin: Ucheb. dlya mashinostroit. vuzov i spets. 6-e izd. dop. M.: Mashgiz, 1963. 604 s.
12. Dobrovolskiy V.A. Zadachi po detal'yam mashin: Posobie dlya studentov konstruktorov. M.: Mashgiz, 1935. 585 s.
13. Dobrovolskiy V.A., Erlih L.B. Osnovnyie printsipy konstruirovaniya sovremennyih mashin. K.: Mashgiz, 1956. 109 s.
14. Dobrovolskiy V.A. Peresmotret poriyadok kontrolya zaschischennyih dissertatsiy. Vestn. vyiss. shk. № 10. 1947. S. 56.
15. Dobrovolskiy V.A. Po povodu metodiki prepodavaniya kursa «Detali mashin». Vestn. vyiss. shk. № 6. 1948. S. 20-21.
16. Dobrovolskiy V.A., Erlih L.B. Opyit mezhvuzovskoy metodicheskoy raboty. Vestn. vyiss. shk. № 4. 1949. S. 25-27.
17. Dobrovolskiy V.A., Zablon'skiy K.I. Metodika izlozheniya razdelov «Zubchatye i chervyachnyie peredachi» v kurse «Detali mashin». Odessa: OPI, 1950. 14 s.
18. Dobrovolskiy V.A. Razvitie ponyatiya «mashina» i neobhodimost ego utochneniya. Nauch. zap. Odes. politehn. in-t. T. 4. Vyip. 2. O., 1955. S. 141-150.
19. Dobrovolskiy V.A., Radchik A.S., Lobunets R.N. Friktionnyie svoystva metallizirovannogo sloya. Povyishenie iznosostoykosti i sroka sluzhbyi mashin. K.:Mashgiz, 1956. S. 350-353.

#### Bandus V.O.,

Phd student of the Department of Politology, Odessa National Polytechnic University, slava-bandus@mail.ru

Ukraine, Odessa

#### SCIENTIFIC WORK OF PROFESSOR V.O. DOBROVOLSKY IN THE PERIOD 1945–1963

The article considers the creative activity and achievements of the outstanding Ukrainian scientist, doctor of technical sciences, Professor Viktor Opanasovych Dobrovolsky in the period 1945–1963. The main directions and priorities in the researches of the scientist of this period were established: development of the common problems of designing of cars and coverage of actual problems of the industry and science. It was proved that VA Dobrovolsky was the author of fundamental theoretical and methodological developments in the field of machine design. It was noted a considerable role scientific achievements of Professor for general engineering and higher technical education in Ukraine.

**Key words:** Odessa Polytechnic Institute, professor, machine parts, V.O. Dobrovolsky, general mechanical engineering, construction.