

УДК 378.12.001.89:[678.02+678.05](093.3)

## Науково–освітня школа НТУУ «КПІ» з процесів та обладнання виробництва і перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей

NTUU «KPI» scientific and educational school of processes and equipment for production and processing of polymers, plastic and rubber mixtures

Ігор Мікульонок<sup>1</sup>

Ihor Mikulionok

<sup>1</sup> Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут, Київ, Україна, i.mikulionok@kpi.ua

### Ключові слова:

Київський політехнічний інститут, Чорнобильський Йосип Ілліч, Лукач Юрій Юхимович, наукова школа, полімери, виробництво, перероблення, процеси та обладнання, математичне моделювання

### Key words:

Kyiv Polytechnic Institute, Chornobylskiy Yosyp Illich, Lukach Yuriy Yukhymovych, scientific school, polymers, manufacture, processing, processes, equipment, mathematical modeling

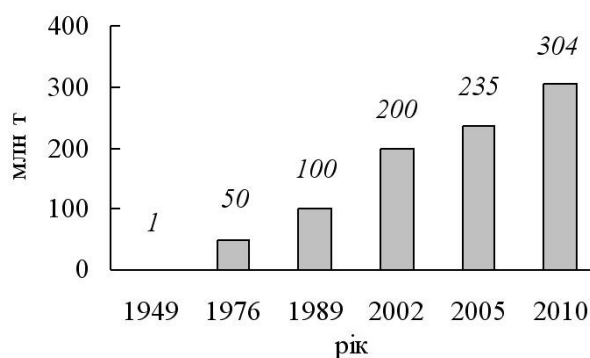
**Анотація:** Наведено основні етапи становлення й розвитку науково–освітньої школи Київського політехнічного інституту з процесів та обладнання виробництва й перероблення полімерів, пластичних мас і гумових сумішей. Показано внесок засновників цієї школи – професорів Чорнобильського Й. І. (1897–1973) і Лукача Ю. Ю. (1926–2014) у створення високоефективних зразків полімерного машинобудування: валкового, черв'ячного, змішувального, а також численних технологічних ліній на їхній основі. Показано заслуги наукової школи в галузі математичного моделювання такого енерго- і матеріалоємного обладнання як полімер- і гумопереробне обладнання.

**Abstract—** the basic stages of formation and development of scientific and educational school of the Kyiv Polytechnic Institute on processes and equipment for manufacture and processing of polymers, plastics and rubber mixtures are presented. The contribution of founders of this school (professors Chornobylskii Y. I. (1897–1973) and Lukach Yu. Yu. (1926–2014) to creation of highly effective samples of polymeric mechanical engineering (roll, screw, mixing) and also numerous technological lines on their basis is shown. Services of the scientific school in the field of mathematical modeling such power- and the material-intensive equipment as the equipment for polymer and rubber processing are shown.

Протягом тисячоліть для виготовлення найрізноманітніших виробів людина використовувала переважно природні матеріали: камінь, мінерали, деревину, кістку, метали та їхні сплави. Проте починаючи з минулого століття картина якісно змінилася: завдяки зусиллям матеріалознавців, технологів і конструкторів були отримані численні полімерні матеріали, які стали успішно використовуватися в різних галузях промисловості, на транспорті, у сільському господарстві, медицині, побуті. Тільки за останні півстоліття річний обсяг виробництва полімерів і матеріалів на їх основі у світі перевищив 200 млн т [1].

Вітчизняна промисловість виробництва й перероблення полімерів і матеріалів з їх застосуванням набула стрімкого розвитку по Другій світовій війні, після важких років відбудови вщент зруйнованої держави.

Позачерговий XXI з'їзд Комуністичної партії Радянського Союзу, який пройшов у Москві наприкінці зими 1959 року, затвердив семирічний план розвитку народного господарства країни. Цей план передбачав подальший розвиток хімічної промисловості, але особливо – виробництва хімічних волокон, полімерів, пластичних мас та інших синтетичних матеріалів. Для



Динаміка світового виробництва пластмас

цього передбачалося ввести в дію шість потужних заводів хімічного машинобудування. Одним із цих підприємств для випуску обладнання для виготовлення продукції з перероблення полімерних матеріалів було обрано київський завод «Більшовик» [2].

Того самого року на заводі було організовано Спеціальне конструкторське бюро з проектування машин для виробництва штучної шкіри, яке незабаром було реорганізовано в Український науково-дослідний

інститут з розробки машин та устаткування з переробки пластичних мас, гуми і штучної шкіри – УкрНДІпластмаш, а конструкторський відділ заводу – у Спеціальне конструкторське бюро полімерного машинобудування (СКБполімермаш) союзного значення.

Динамічний розвиток ринку перероблення пластмас висунув і відповідні вимоги до підготовки фахівців цієї галузі, зокрема наукових кадрів вищої кваліфікації – кандидатів і докторів наук, а також інженерів – технологів, механіків і хіміків. Завод, інститут і конструкторське бюро потребували значної кількості таких фахівців, основу яких на багато років склали випускники Київського політехнічного інституту.

Через особливості процесу перероблення полімерів, пластичних мас і гумових сумішей на різноманітні вироби – високу в'язкість їхнього розплаву, а також значні температуру й тиск під час його формування – відповідне обладнання вирізняється серед іншої машинобудівної продукції значною матеріало- та енергоємністю. Так, довжина технологічних ліній нерідко перевищує декілька десятків метрів, а їхня маса – 500 т. При цьому вражають своїми параметрами також і окремі складові таких ліній. Наприклад, роторний гумозмішувач 630/15-50 має масу 190 т і потужність приводу його робочих органів 4000 кВт, а далеко не найбільший представник валкового обладнання – чотиривалковий каландр КП4-710-1800 – 100 т і 260 кВт, відповідно.

апаратів хімічних виробництв і кафедрі хімічного, полімерного та силікатного машинобудування (до 1979 року – кафедрі хімічного машинобудування).

У ті роки під керівництвом завідувача кафедри машин та апаратів хімічних виробництв, доктора технічних наук, професора Йосипа Ілліча Чорнобильського (1897–1973) проводилися дослідження процесів полімеризації стиролу для Горлівського ВО «Стирол». За результатами досліджень було захищено дві кандидатські дисертації, а 1967 року надрукована перша в Київській політехніці з цього напрямку монографія «Полимеризационные аппараты» [3]. Уже тоді результати наукових досліджень широко впроваджувалися в навчальний процес: у 1962 році під редакцією Й. І. Чорнобильського одним з центральних союзних видавництв – Машгізом – було випущено навчальний посібник «Машины и аппараты химической промышленности», останню із семи частин якої було присвячено питанням проектування найбільш поширеного полімер- і гумопереробного обладнання: змішувального, валкового, екструзійного та вулканізувального.

З приходом 1973 року на кафедру доктора технічних наук, професора Юрія Юхимовича Лукача (1926–2014) масштаби науково-дослідних робіт і впровадження їх результатів у промисловість значно розширилися в першу чергу в напрямі розробки теорії та створення обладнання для перероблення полімерів і



Юрій Юхимович Лукач (2014 р., автор фото – його донька Наталія Юріївна)  
та його найбільш знамениті книжки (фото книг з бібліотеки автора статті)

Київський політехнічний інститут є одним із перших вітчизняних вищих навчальних закладів, які в 1960-ті роки почали підготовку фахівців з дослідження, проектування і виготовлення обладнання для виробництва і переробки полімерів, пластмас і гумових сумішей. Вже понад півстоліття цим займаються передусім два факультети університету: інженерно-хімічний (до 1999 року – факультет хімічного машинобудування) і хіміко-технологічний.

Напрямок досліджень у галузі виробництва і перероблення високомолекулярних сполук і виробів з їх застосуванням було започатковано на факультеті хімічного машинобудування, на кафедрі машин та

композицій з їх застосуванням найбільш продуктивними екструзійним і вальцово-каландровим методами. Тісне співробітництво з головним у колишньому СРСР у галузі полімерного машинобудування науково-виробничим об'єднанням «Більшовик» та його СКБполімермаш разом з УкрНДІпластмаш і Забудом дослідних машин дало можливість безпосереднього впровадження результатів науково-дослідних машин у «метал». Була створена наукова школа професорів Й. І. Чорнобильського та Ю. Ю. Лукача, вихованці якої захистили чотири докторських (А. Д. Петухов., О. Н. Півень, Л. Б. Радченко, І. О. Мікульонко) та більше сорока кандидатських дисертацій, серед яких є багато безпосередньо

виробничників – співробітників об'єднання «Більшовик» та УкрНДпластмаш. Результати цих дисертацій були успішно впроваджені у виробництво у вигляді серійних машин і технологічних ліній.

Підготовлені за участю професора Ю. Ю. Лукача монографії «Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей» (1965), «Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей» (1967) і «Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей» (1972) вже десятки років залишаються настільними книгами дослідників, проектувальників, винахідників і студентів [5–7].

Майже 20 років, до 1980 року деканом факультету був досвідчений інженер-виробничник, кандидат технічних наук Д.Д. Рябінін, який прийшов до КПІ з посади головного інженера НВО «Більшовик» і який чудово знав потреби полімерпереробної галузі.

Потрібно зазначити, що на кафедрі машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв (МАХНВ) чи не вперше серед споріднених кафедр колишнього СРСР у наукові дослідження й навчальний процес було широко впроваджено обчислювальну техніку (зокрема дві з перших трьох у КПІ ЕОМ «МИР-2» були введені в дію саме на цій кафедрі), що дало основу для створення систем автоматизованого проектування обладнання безпосередньо на виробництві, а саме в СКБполімермаш, яке і тепер входить до складу ПАТ «НВП „Більшовик”».

Результатом наполегливих теоретичних та експериментальних досліджень науковців Київської політехніки стала підготовка багатьох монографій [8–17] і розробка декількох десятків керівних технічних матеріалів, призначених для автоматизованого проектування найрізноманітнішого обладнання для перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей.

За безпосередньої участі науковців Київської політехніки в тісному співробітництві з «Більшовиком» та УкрНДпластмашем спроектовані й виготовлені численні зразки вискоєфективного обладнання для перероблення пластмас і гумових сумішей: вальці й каландри, пласто- й гумозмішувачі, екструдери (одно- і двочерв'ячні, дискові, комбіновані, каскадні), форматори й вулканізатори, форматори-вулканізатори й девулканізатори, черв'ячні преси та видувні агрегати, а також численні технологічні лінії – вальцьово-каландрові, екструзійні, трубні, кабельні, з виготовлення плоских (у тому числі й надтонких – завтовшки до 2 мкм) і рукавних одно- й багат шарових плівкових й листових матеріалів, гранулювання пластмас та утилізації гумо- й полімервмісних відходів. Багато одиниць цього обладнання, маючи вже чималий «вік», продовжує успішно експлуатуватися не лише у всіх куточках колишнього Радянського Союзу, але і в країнах Східної Європи, США, Франції, Данії, Великій Британії, Німеччині, Австрії, Кубі, Індії, Республіці Шрі-Ланка, Китаї, В'єтнамі, Югославії та інших країнах.

Основний напрям наукових інтересів Ю. Ю. Лукача – неізотермічні процеси та обладнання перероблення матеріалів з використанням високомолекулярних сполук, а також наукові засади



Змішувально-підігрівальні вальці для пластмас ВП-См-Пд 2100(660/660) з потужністю приводного двигуна 200 кВт на складальній дільниці механоскладального цеху № 1 ПАТ «НВП „Більшовик”» (фото автора статті)



Диспергатор-екструдер черв'ячно-роторний ДЕКЧЕР-150 на складальній дільниці механоскладального цеху № 3 ПАТ «НВП „Більшовик”» (фото автора статті)



Лінія для виготовлення деревнополімерних листів ЛДПЛ-1200



Двомісний форматор-вулканізатор автомобільних шин

проекування обладнання для перероблення пластмас і гумових сумішей – підхопили його учні, серед яких доктори технічних наук, професори А. Д. Петухов, Л. Б. Радченко та І. О. Мікульонюк.

Значний внесок у дослідження процесів та обладнання для одержання полімерів зробили кандидати технічних наук С. А. Городинська, В. І. Гнатівський, Трохін Ю. І., а процесів та обладнання перероблення полімерів і матеріалів з їх застосуванням кандидати технічних наук В. О. Ануфрієв, В. М. Бондаренко, Г. І. Ведь, В. Т. Вознюк, Л. Г. Воронін, В. С. Гапон, М. К. Говтвян, В. В. Гончаренко, Я. Г. Двойнос, С. І. Доброногова, І. В. Коваленко, В. Л. Кочеров, В. В. Лукашова, В. В. Малиновський, В. Т. Миргородський, Т. М. Новицька, С. О. Пристайлов, С. О. Роцупкін, Л. І. Ружинська, В. О. Сенатос, В. І. Сівецький, Д. Е. Сідоров, О. Л. Сокольський, М. П. Швед, а також інженер-механік П. М. Магазій.

На превеликий жаль, значні успіхи кафедри МАХНВ у галузі переробки пластмас і гумових сумішей останніми роками істотно уповільнилися, проте цей напрямок отримав нового поштовху на кафедрі хімічного, полімерного та силікатного машинобудування (ХПСМ), де активно працюють д.т.н., проф. Мікульонюк І. О., к.т.н., проф. Сівецький В. І., д.т.н., с.н.с. Колосов О. Є., а також кандидати технічних наук, доценти Сокольський О. Л. і Сідоров Д. Е. та ін.

Ще однією кафедрою, яка з 1991 року бере участь у підготовці фахівців для галузі переробки пластмас, є кафедра хімічної технології композиційних матеріалів (ХТКМ). Подальшого розвитку ця підготовка зазнала з приходом на кафедру знаного фахівця-полімерпереробника, колишнього заступника директора з наукової роботи УкрНДІпластмаша, доктора технічних наук, професора, старшого наукового співробітника Петухова А. Д.

Таким чином, у КПІ є всі можливості для високоякісної підготовки відповідних фахівців: розробників полімерів, пластмас і композиційних матеріалів, технологів, а також механіків з проектування та експлуатації відповідного обладнання.

Натепер кафедри ХПСМ і МАХНВ здійснюють підготовку магістрів і спеціалістів за спеціальністю 8(7).05050315 «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів», а кафедра ХТКМ – за спеціальністю 8(7).05130107 «Хімічні технології переробки полімерних і композиційних матеріалів».

Матеріали наукових досліджень і практичних розробок співробітників кафедр ХПСМ, МАХНВ і ХТКМ активно публікуються у вітчизняних і зарубіжних періодичних виданнях, у вигляді монографій, підручників і навчальних посібників, доповідаються на багатьох науково-технічних конференціях, при цьому їхні розробки захищені сотнями авторських свідоцтв СРСР, зарубіжних патентів і патентів України.

Активну участь у науковій роботі беруть студенти. Адже саме молоді люди чудово володіють найсучаснішими інформаційними технологіями, чого так часто бракує представникам старшого покоління. Так що, як показує досвід КПІ, співпраця досвідчених науковців та активної й завзятої молоді дає достатньо

ефективні результати.

Натепер на обох зазначених кафедрах інженерно-хімічного факультету діють студентські наукові гуртки. За тематикою напряму щорічно виконуються не один десяток магістерських робіт і дипломних проектів, за результатами більшості з яких отримуються патенти України на винаходи й корисні моделі (при цьому з п'яти заслужених винахідників України, які працюють в НТУУ «КПІ», у цьому напрямку працюють двоє: професори Мікульонюк І. О. та Петухов А. Д.). Також студенти традиційно є співавторами публікацій та доповідей на конференціях різних рівнів.

Натепер напрямки наукових досліджень кафедр такі:

– кафедра ХПСМ:

- 1) черв'ячні (одно- і двочерв'ячні) екструдери;
- 2) змішувальне обладнання (роторні змішувачі закритого типу; статичні й динамічні змішувачі екструдерів);
- 3) валкові машини (вальці, каландри, валкові екструзійні головки);
- 4) литтєві машини;
- 5) формувальне обладнання (у тому числі екструзійні головки);
- 6) обладнання для термообробки;
- 7) обладнання для утилізації вторинних полімерів, пластмас і гуми;
- 8) розробка полімерних композиційних матеріалів та обладнання для їх одержання й переробки;

– кафедра МАХНВ:

- 1) дискові, комбіновані й каскадні екструдери і відповідні процеси переробки;
- 2) технології перероблення перспективних полімерних композиційних матеріалів, у тому числі з використанням вторинної сировини;

– кафедра ХТКМ:

- 1) теоретичні засади технології полімерних композиційних матеріалів;
- 2) комплексні технології екологічно чистих композиційних покриттів споруд, трубопроводів та обладнання;
- 3) фізико-хімічні й фізико-механічні властивості високомолекулярних сполук і композиційних матеріалів.

При цьому традиційно високоякісна підготовка відповідних фахівців у НТУУ «КПІ» ґрунтується на трикутнику «освіта – наука – інновації», тісному зв'язку з роботодавцями (бази практики; працевлаштування випускників; залучення досвідчених фахівців до навчального процесу), а також активному залученні студентів до наукових досліджень.

Багато з тих, хто спілкувався і продовжує спілкуватися з Ю. Ю. Лукачем, пам'ятають його слова: «Інженер – це витвір мистецтва, а мистецтво не може бути масовим», а також «Професору має бути соромно читати лекції лише за наявним в існуючій навчальній літературі матеріалом» [18]. І саме життя сьогодні засвідчує правильність цих слів, адже підготовка висококваліфікованого Інженера потребує надзусиль як з боку самого студента, так і з боку професорсько-викладацького складу.

На превеликий жаль, останніми роками в підготовці фахівців технічного спрямування виникли певні труднощі, зокрема істотне скорочення організацій-розробників і підприємств-виробників полімер- і гумопереробного обладнання, а також підприємств-виробників полімерної продукції в межах Києва і в той же час реальна неможливість через відсутність фінансування проходження студентами виробничої й переддипломної практик за межами Києва.

Проте хочеться сподіватися, що сьогоднішні труднощі тимчасові, а держава згодом повернеться обличчям до сучасних проблем вітчизняної науки та освіти, що надасть змогу істотно збільшити здобутки попередніх поколінь науковців і педагогів Київської політехніки.

### Джерела та література:

1. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія / І. О. Мікульонок. — К. : ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2009. — 265 с.
2. Лебедь Г. Н. Люди и годы завода «Большевик» (1882–1982) / Г. Н. Лебедь, Е. М. Склярченко, Д. Г. Соловьёв. — К. : Техніка, 1982. — 144 с.
3. Чернобыльский И. И. Полимеризационные аппараты / И. И. Чернобыльский, Б. Ш. Хайтин. — К. : Техніка, 1967. — 172 с.
4. Машины и аппараты химической промышленности / И. И. Чернобыльский, А. Г. Бондарь, Б. А. Гаевский [и др.] ; под ред. И. И. Чернобыльский. — М., К. : Машгиз, 1962. — 524 с.
5. Рябинин Д. Д. Червячные машины для переработки пластических масс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. — М. : Машиностроение, 1965. — 363 с.
6. Лукач Ю. Е. Валковые машины для переработки пластмасс и резиновых смесей / Ю. Е. Лукач, Д. Д. Рябинин, Б. Н. Метлов. — М. : Машиностроение, 1967. — 296 с.
7. Рябинин Д. Д. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей / Д. Д. Рябинин, Ю. Е. Лукач. — М. : Машиностроение, 1972. — 272 с.
8. Оборудование для переработки пластмасс : справ. пособ. / [Завгородний В. К., В. Е. Гуль, М. М. Балашов и др.]; под ред. В. К. Завгороднего. — М. : Машиностроение, 1976. — 408 с.
9. Лукач Ю. Е. Оборудование для производства полимерных пленок / Ю. Е. Лукач, А. Д. Петухов, В. А. Сенатос. — М. Машиностроение: 1981. — 224 с.
10. Автоматизированное проектирование валковых машин для переработки полимеров / [Ю. Е. Лукач, Л. Г. Воронин, Л. И. Ружинская и др.]. — К. : Техніка, 1988. — 208 с.
11. Пивень А. Н. Теплофизические свойства полимерных материалов : справочник / А. Н. Пивень, Н. А. Гречаная, И. И. Чернобыльский. — К. : Выща шк., 1976. — 180 с.
12. Радченко Л. Б. Переробка термопластів методом екструзії / Л. Б. Радченко. — К. : ІЗМН, 1999. — 220 с.
13. Полімерні композитні матеріали й вироби з них. Одержання, перероблення та властивості : термінол. слов. / І. О. Мікульонок, Л. Б. Радченко. — К. : ІВЦ «Видавництво „Політехніка”, 2005. — 179 с.
14. Мікульонок І. О. Переробка вторинної сировини екструзією : монографія / І. О. Мікульонок, Л. Б. Радченко. — К. : ІВЦ «Видавництво „Політехніка”, 2006. — 184 с.
15. Лукашова В. В. Екструзія пінополімерів / В. В. Лукашова, І. О. Мікульонок, Л. Б. Радченко : монографія. — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 175 с.
16. Вознюк В. Т. Інтенсифікація процесу виготовлення екструдованих полімерних труб / В. Т. Вознюк, І. О. Мікульонок : монографія. — К. : НТУУ «КПІ», 2012. — 142 с.
17. Мікульонок І. О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин : монографія / І. О. Мікульонок. — К. : НТУУ «КПІ», 2013. — 243 с.
18. Мікульонок І. О. Педагог, учений, організатор, або Слово про Вчителя / І. О. Мікульонок // Вісник НТУУ «КПІ». Напрямок «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». — 2014. — № 2 (13). — С. 5–7.



**Мікульонок Ігор Олегович** – доктор технічних наук, професор, заслужений винахідник України, професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»