

М. Д. Донская

Роль Л. А. Кульского в разработке методов и технологий очистки воды

В статье рассматриваются научная, научно-организационная, педагогическая и общественная деятельность Л. А. Кульского, известного украинского ученого в области коллоидной химии и очистки воды. Выделено три основных направления научной деятельности Л. А. Кульского. На основе изучения трудов Л. А. Кульского и интервью с его учениками проанализирован вклад Л. А. Кульского и его последователей в разработку методов и оборудования для очистки и обеззараживания воды. Показано народнохозяйственное значение разработок Л. А. Кульского.

Ключевые слова: обеззараживание воды, очистка воды, очистка природных вод, очистка промышленных стоков, водоснабжение, классификация примесей воды.

Академик АН УССР, лауреат Государственной премии, заслуженный деятель науки и техники УССР Леонид Адольфович Кульский — известный ученый в области коллоидной химии, обеззараживания и очистки природных и сточных вод. Он был одним из создателей нового направления химической технологии — химии и технологии очистки воды [1]. Выполненные профессором Л. А. Кульским и его учениками исследования создали теоретическую основу для решения важных проблем очистки воды — изучения механизма физико-химических и биологических процессов,



Л. А. Кульский

которые происходят при очистке природных вод и промышленных стоков, автоматизации процессов водоочистки, разработке методов и аппаратного оформления технологии кондиционирования воды. Полученные ими результаты были положены в основу промышленных рекомендаций, которые нашли широкое применение [2, с. 235].

Сферу научной деятельности Л. А. Кульского можно разделить на три основных направления. Одно из них — это обеззараживание воды разными реагентами, что позволило теоретически обосновать рациональные режимы обеззараживания воды в зависимости от ее состава и предназначения, а также разработать технологии хлорирования, озонирования и консервирования воды. Вторым направлением работы ученого стало

создание технологий очистки природных вод для питья, где им были установлены закономерности реагентного осветления и обесцвечивания воды, предложены технология использования неорганических флокулянтов и аппаратура для регулирования процессов водоподготовки. Третьим перспективным направлением была разработка физико-химических основ и методов технологии глубокой очистки промышленных сточных вод и рациональных режимов их реализации [3].

Леонид Адольфович Кульский родился 10 апреля 1903 г. в городе Новорадомске (Польша) в семье инженера, с 1913 по 1920 г. учился в Киевском реальном училище. Трудовую деятельность начал в 1919 г. на Юго-западной железной дороге рабочим на участке Киев-Святошино, с 1920 г. работал в Управлении дороги, сначала в качестве ученика службы телеграфа, а затем помощником агента в материальной и административной службах. В 1925 г. Леонид Адольфович с отличием закончил физико-химический факультет Киевского университета. По ходатайству ректората и Губернского отдела народного образования тогда же был зачислен на третий курс химического факультета Ленинградского университета, который закончил экстерном в 1928 г. Одновременно с учебой в 1925 г. начал работать в качестве инженера-химика на водокачке ЮЗЖД (в ТЦ-1). В свободное от дежурств время занимался научной и изобретательской деятельностью. Сконструировал и внедрил на Киевском водопроводе первый хлоратор, который в дальнейшем получил широкое распространение. В 1930 г. он начал работать в Киевском филиале научно-исследовательского института сооруже-

ний, где организовал лабораторию химии и сантехники [4, с. 15]. Исследовал хлорирование и аммонизацию, разработал ряд переносных и стационарных хлораторов, изучил возможность очистки воды угольными сорбентами. В это же время Леонид Адольфович начал работы по получению серебряной воды. В 1934 г. он возглавил группу технологии воды в Институте химической технологии АН УССР. В 1937 г. обе эти лаборатории под его руководством были объединены в группу химии и технологии воды Института химической технологии АН УССР, который в 1941 г. был эвакуирован в Уфу [6]. В 1938–1965 гг. Л. А. Кульский также работал в Институте общей и неорганической химии АН УССР (до 1945 г. Институт химии АН УССР) [7, с. 53].

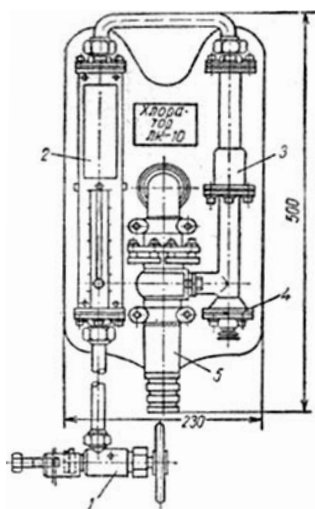


Рис. 1. Хлоратор ЛК [5]

Во время Великой Отечественной войны по заданию Государственного комитета обороны под руководством Л. А. Кульского была выполнена большая научно-исследовательская работа по усовершенствованию хлораторной аппаратуры, решены вопросы обеззараживания питьевых вод для фронта и тыла методом электролитического хлорирования в связи с появлением желудочно-кишечных болезней, разработан электрохимический метод получения большого количества дезинфицирующих растворов серебра для лечения раненых, созданы отечественные образцы аппаратуры для консервирования вод [8, с. 46].

Характерной особенностью развития водоснабжения в послевоенные годы было значительное увеличение потребностей в воде для промышленности, сельского хозяйства, бытовых целей, а также непрерывный рост требова-

ний к ее качеству и рациональному использованию. В 1944 г. Л. А. Кульский вернулся в Киев, где разрабатывал автоматические приборы контроля технологических процессов очистки воды и начал работы по созданию физико-химических методов очистки промышленных сточных вод. Результаты исследований дали возможность теоретически обосновывать оптимальные режимы обеззараживания воды в зависимости от ее состава и условий использования, разработать разные варианты хлорирования и консервирования питьевой воды серебром, гипохлоритом [9]. Теоретические основы конструирования и результаты работ по созданию аппаратуры для обеззараживания воды хлором были обобщены в диссертации Л. А. Кульского, за которую ему в 1947 г. была присвоена ученая степень доктора технических наук.

В 1948 г. Л. А. Кульский развил адсорбционную теорию обесцвечивания природных вод коагулянтами и установил основные закономерности, определяющие влияние ионного состава природных вод на интенсивность процесса коагуляции. Эти исследования дали возможность предложить смешанный коагулянт для очистки окрашенных вод в условиях низких температур [10, с. 24]. В 1948–1955 гг. смешанный алюможелезный коагулянт был успешно применен на Киевском днепровском водопроводе. Был также внедрен метод связывания агрессивной углекислоты в высокоцветных водах путем фильтрования их через мраморную крошку. Под научным руководством Л. А. Кульского в 1954 г. были созданы фильтры комбинированного действия, обеспечивающие автоматическое удаление из воды ряда вредных компонентов.

С 1950 г. Л. А. Кульский начал изучение механизма физико-химических и биологических процессов, которые были положены в основу очистки природных вод и промышленных стоков. Полученные результаты дали возможность установить оптимальные условия технологических процессов осветления, обесцвечивания и обеззараживания природных вод и изъять ряд химических загрязнителей, а также разработать теорию автоматизации технологических процессов водоочистки, основанную на качественно-количественном принципе. Результаты научных исследований Л. А. Кульского были положены в основу рекомендаций, которые широко использовались в проектах водоснабжения и очистки сточных вод металлургической, химической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности. Это, безус-

ловно, способствовало охране водных ресурсов от загрязнений промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Например, ученым были предложены и внедрены методы очистки сточных вод Рубежанского химического комбината, Черкасского завода искусственного волокна [11].

Л. А. Кульским была создана серия ионаторов разных направлений и производительности, массовое изготовление которых началось с 1960 г. Так, ионаторы марки ЛК-25 были предназначены для медицинских целей, марки ЛК-26 и ЛК-27 – для индивидуального применения, марки ЛК-28, ЛК-30 – для промышленности. Эта аппаратура использовалась в поликлиниках, больницах, санаториях, бассейнах, на тралевых судах Мурманского, Балтийского, Дальневосточного флотов. На различных судах Черноморского пароходства к концу 70-х гг. было установлено свыше четырехсот ионаторов.

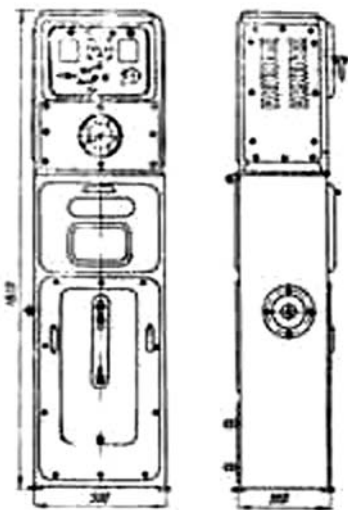


Рис. 2. Ионатор ЛК-25 [12]

В 1960 г. Совет Министров СССР принял постановление «О мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР». В 1962 г. на базе лаборатории химии и технологии воды в Институте общей и неорганической химии АН УССР была создана группа четырех водных лабораторий. Л. А. Кульский стал заведующим одной из них – лабораторией процессов и аппаратов обработки воды, а также заместителем директора института. В 1965 г. эту группу переименовали в сектор химии и технологии воды АН УССР, который в 1968 г. вошел в состав созданного Института коллоидной химии и химии воды АН УССР. В этом инсти-

туте, кроме сектора химии и технологии воды, Л. А. Кульский возглавил отдел процессов и аппаратов по обработке воды, а с 1968 по 1973 гг. работал на должности заместителя директора института по научной работе. С 1973 г. Леонид Адольфович оставляет за собой руководство отделом процессов и аппаратов технологии обработки воды.

Большая и плодотворная работа проведена Л. А. Кульским по расширению сектора химии и технологии воды института. В его составе, кроме четырех отделов, которые занимались теоретическими методами очистки питьевых вод и промышленных стоков, моделированием процессов и аппаратов и автоматизацией технологических процессов, были созданы два отдела, основное направление которых касалось разработки эффективных методов деминерализации воды и биологической очистки промышленных стоков. Деятельность всех отделов была объединена единой целью – разработкой основ прогрессивной технологии подготовки воды для бытовых и технических потребностей и очистки промышленных стоков.

В 1948 г. ученый стал также профессором Киевского инженерно-строительного института. Как преподаватель он запомнился яркой и оригинальной методикой чтения лекций. Один из учеников Л. А. Кульского, ныне доцент кафедры водоснабжения и водоотведения Киевского национального университета строительства и архитектуры В. Ф. Малько, вспоминал: «В то время, когда я был студентом, Леонид Адольфович уже читал в университете лекции по химии воды. Вот тогда и произошло мое первое знакомство с ним. Меня поразила его необычная методика преподавания. Он был умным и эрудированным человеком, ученым и интеллигентом высочайшего уровня. Заинтересовывал студентов своими лекциями. Объяснял материал необычным способом, подчеркивая те моменты, которые большинство преподавателей не используют на практике. В 1960 г. я делал студенческий доклад “О жидком хлоре”. Эта тема касалась сферы научных интересов Л. А. Кульского, ему понравилось мое выступление. После окончания института Л. А. Кульский предложил свою помощь, если я приму решение в дальнейшем заниматься наукой» [из интервью, взятого автором].

В. Ф. Малько возобновил контакты с Леонидом Адольфовичем в 1965 г. после службы в армии. Работая в Киевском инженерно-строительном институте инженером, под руководством Л. А. Кульского защитил диссертацию

на тему «Электрофлотация сточных вод». По словам В. Ф. Малько, эта тема была близка Л. А. Кульскому и он помогал ему и направлял его. С 1972 г. В. Ф. Малько, активно используя педагогические подходы своего учителя, начал читать лекции по химии воды для студентов заочного отделения. (Л. А. Кульский читал лекции для студентов стационара.) В. Ф. Малько, подчеркивая широкий профиль деятельности Л. А. Кульского, говорил: «Леонид Адольфович охватил много различных аспектов водных технологий: хлорирование воды, озонирование воды, биологическую очистку воды» [из интервью, взятого автором].

В. Ф. Малько отмечал, что Л. А. Кульский в лекциях использовал художественные произведения. Рассказывал студентам, что причина существования живых организмов в водоемах заключается в том, что вода замерзает, в отличие от всех других жидкостей, сверху вниз. Этот факт подкреплял чтением стихотворений А. С. Пушкина о зиме.

Как о хорошем педагоге отзывался о Л. А. Кульском и бывший ректор Киевского инженерно-строительного института А. Л. Калишук. Давая ученому характеристику при назначении его заведующим кафедрой водоснабжения и канализации как избранного по конкурсу на эту должность, он отметил: «Л. А. Кульский является крупным ученым в области водоснабжения и канализации, ведет научно-исследовательскую работу с 1928 г. Имея большой опыт научной работы и теоретическую подготовку, ученый умело передает свои знания студентам и аспирантам института. Он хороший организатор методической и научной работы кафедры, умеет организовывать педагогический коллектив на успешное выполнение учебных планов, пользуется авторитетом среди профессорско-преподавательского состава института» [из интервью, взятого автором].

Одна из учениц профессора Л. А. Кульского, ныне кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела каталитической очистки воды Института коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского НАН Украины О. С. Савлук, автор патентов на установки обработки воды и способы обработки природных вод, методы обеззараживания питьевой воды, определения бактерицидной дозы дезинфектанта, стерилизации питьевой воды и аппарат для получения коагулянта, вспоминала: «Знакомство с Л. А. Кульским произошло в 1970 г. Я тогда была аспиранткой А. М. Когановского, но Леонид Адольфович заинтересовал меня серебряной

водой и вскоре стал моим руководителем» [из интервью, взятого автором].

Они проработали вместе с 1970 по 1990 гг. О. С. Савлук рассказывала: «Леонид Адольфович был отличным руководителем, очень добрым, интеллигентным. Он всегда знал, где, кому и что нужно говорить. Никогда не руководствовался эмоциями, а всегда “думал только головой”. Я считаю себя его ученицей, многому научилась у него, он человек с большой буквы, который всегда мог поддержать, помочь и направить в правильное русло» [из интервью, взятого автором]. О. С. Савлук продолжает активно заниматься исследованием в области очистки воды. Отдел каталитической очистки воды регулярно публикует результаты исследований в профильном журнале «Химия и технология воды». 7 мая 2014 г. вышла статья на тему: «Водопроводная вода — новая угроза здоровью людей» [13, с. 172].

Исследования Л. А. Кульского в области очистки природных и промышленных сточных вод от различных загрязнений заложили основу для завершения им в 1968 г. классификации примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию [14, с. 88]. Это способствовало развитию эффективных приемов очистки воды, основанных на принадлежности загрязняющих веществ к той или иной группе данной классификации. Свое мнение по поводу этой фундаментальной работы высказал академик АН СССР А. В. Николаев в письме: «Ознакомившись с работой Л.А. Кульского “Очистка воды на основе классификации ее примесей”, я хотел бы сообщить следующее. Только в результате многолетней успешной работы и долгих размышлений о методах очистки вод можно прийти к такой интересной и открывающей новые пути классификации примесей воды. Приведенные примеры использования этой классификации для решения сложных и насущных вопросов столь убедительны и изящны, что не могу не указать на некоторые из них. Именно на освобождение от вирусов, бактерий, не боящихся дезинфекционных средств, радиоактивных загрязнений. Учитывая важность для народного хозяйства поставленных вопросов, мне представляется, что нужно безотлагательно предоставить большие возможности для развития работ члена-корреспондента Л. А. Кульского. Если этого рода исследования не получат должного размаха, то нас ждет большой урон в мирное время для народного хозяйства, а в случае кризиса — для народа» [15, с. 76].

Заложенные Леонидом Адольфовичем направления в области химической науки и его многочисленные результаты отражены в более чем 800 научных работах и изобретениях, среди которых 17 монографий и большое количество учебников, часть из которых была переиздана за рубежом. Первая брошюра ученого «Серебряная вода», изданная в 1946 г., получила широкую известность [16]. В ней впервые были рассмотрены процессы, происходящие в воде, ионизированной серебром, и подробно описано, как ионизировать воду для получения оптимального результата. Среди ключевых работ Л. А. Кульского и монография «Теоретические основы и технология кондиционирования воды», где освещено состояние теории и практики водоподготовки для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения с учетом прогрессирующего загрязнения водных источников планеты, описаны технологические режимы и аппаратное оформление процессов кондиционирования воды [17]. К числу наиболее известных трудов Л. А. Кульского относятся также «Обезвреживание и очистка воды хлором» [18], в котором исследуется процесс обесцвечивания воды, окрашенной высокомолекулярными гумусовыми веществами, под действием хлора; «Физико-химические основы очистки воды коагуляцией» [19], где рассмотрено современное состояние подготовки воды различного назначения, очистки производственных сточных вод; изложен принцип классификации примесей и загрязнений воды по их фазово-дисперсному состоянию, что дало возможность научно обосновать технологические приемы водообработки; рассмотрены физико-химические основы процессов водоподготовки, вопросы классификации методов очистки, использования новых реагентов, совершенствования технологии. В монографии «Основы химии и технологии воды» [20] подробно описаны различные технологии, применяемые для обработки воды, включены новые нормативные данные, а также изложены новые виды специальной обработки воды – фторирование и обесфторирование питьевой воды, стабилизационная обработка охлаждающей воды, удаление кремнекислоты. В работе «Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов» [21] изложены наиболее распространенные методы обработки воды для хозяйственно-питьевых и технических нужд, а также приведены данные по проектированию и технологическим расчетам очистных сооружений водопроводов. Не менее известна

работа «Автоматические приборы для контроля регулирования технологическими процессами обработки воды» [22], где описаны типы приборов, отличающиеся сложностью, надежностью и универсальностью, а также на примерах показано их практическое применение для химического анализа воды в работе. В книге «Активная кремнекислота и свойства воды» [23] освещены современные физико-химические представления о механизме образования активной кремнекислоты и ее флокулирующем действии; изучены технологические особенности применения реагента для интенсификации процессов осветления, обесцвечивания, умягчения, обеззараживания воды, удаления фитопланктона. Приведено технологическое и экономическое обоснование выбора метода получения и использования активной кремнекислоты на водочистных станциях, а также предложены аппаратура для осуществления этих процессов, рекомендации по выбору оптимальных технологических режимов приготовления и применения активной кремнекислоты в различных схемах водоподготовки. В монографии «Основы химии и технологии воды» [24] рассмотрены теоретические основы процессов подготовки природных вод для подачи ее в системы водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, а также очистки промышленных и коммунально-бытовых сточных вод. Подробно рассмотрены методы классификации примесей в составе природных и сточных вод, теоретические основы подготовки питьевой воды из подземных источников водоснабжения. Также большое значение имеет труд «Теоретическое обоснование технологии очистки воды» [25], где автор основывается на предложенной им классификации примесей как на едином научном методологическом подходе к различным сложным заданиям обеспечения качественной водой населения и промышленности.

Свои исследования последних лет ученый посвятил вопросам интенсификации реагентов, которые используются при водоочистке, а также комплексного использования электромеханических методов подготовки воды для питьевых и технических нужд. В разработанных им пилотных установках электрохимическим путем эффективно осуществляется улучшение природных вод, извлечение из них железа, кремния, кислорода, диатомовых и сине-зеленых водорослей и других загрязнений. Поскольку электрохимическая очистка воды не требует дорогих и громоздких сооружений реагентного хо-

зайства и высококачественного обслуживания, такие установки очень эффективны для небольших атомных объектов.

Ученый выполнял и большой объем научно-организационной работы. Был членом многих научных научно-технических советов и секций — Комиссии по проблемам охраны природных вод Академии наук СРСР (и главой секции этой Комиссии при АН УССР), Совета по проблемам биосферы, Ученого совета по проблеме «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» Госкомитета Совета Министров СРСР по науке и технике и технических советов Министерства жилищного-коммунального хозяйства УССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства УССР, возглавлял Республиканский комитет по охране окружающей среды. Об этом свидетельствуют данные из письма председателя комиссии по охране природных вод академика АН СССР А. В. Сидоренко и академика АН СССР Н. Н. Семенова: «Учитывая выдающийся вклад Л. А. Кульского в развитие науки и техники и, в частности, в решение важнейшей проблемы современности — сохранение качества воды, Совет по проблемам биосферы при Президиуме АН СССР и Комиссия по охране природных вод АН СССР просят Вас возбудить ходатайство о присуждении Л. А. Кульскому звания Героя Социалистического Труда» [26, с. 105].

Основными направлениями деятельности научных советов, в которых принимал участие Л. А. Кульский, являлись совершенствование существующих технологических схем кондиционирования воды с целью рационализации лежащих в их основе процессов, разработка способов экономии воды, используемой для промышленных потребностей, организация замкнутых циклов водообеспечения, изучение возможностей регулирования состава воды непосредственно в водоемах, создание автоматизированных технологических схем очистки промышленных и сточных вод.

Результаты Л. А. Кульского были отмечены Орденом «Трудового Красного Знамени» (1954), орденом «Знак Почета» (1944,

1972), медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне» (1945), почетными грамотами Министерств коммунального хозяйства и здравоохранения УССР, Академией наук СССР и УССР, Президиума Верховного Совета УССР (1980), премией им. Л. В. Писаржевского АН УССР (1985).

В 1976 г. за цикл работ по разработке эффективных методов обработки воды, их теоретическое обоснование и внедрение Л. А. Кульский был удостоен Государственной премии Украинской ССР по науке и технике. Высоким был и международный авторитет Л. А. Кульского. Китайские ученые Цзинь Тун-гуй и Чэнь Бо-пин писали: «Ваше имя знаменито во многих странах мира. Мы счастливы быть Вашими учениками. Ваши талант и учение приносят нам большую пользу в наших педагогических и научно-исследовательских работах» [15, с. 72].

Академики АН СССР Ю. К. Делимарский, А. Т. Пилипенко и доктор технических наук М. А. Шевченко отмечали: «Основными чертами Л. А. Кульского как ученого являются острота и нешаблонность мышления, нацеленность на новое, неутомимость в творческом поиске. Он известный теоретик, творческий инженер, талантливый педагог и опытный организатор. Вся деятельность ученого — пример творческого союза науки и производства. Кроме того, что Леонид Адольфович посвятил себя решению водных проблем, которые хорошо известны научной общественности, однако не многие знают, что он был также талантливым художником и писателем. Его труды не только раскрывают удивительную многогранность его талантливой личности, но и тайну его творческого долголетия» [27, с. 9].

Личность Л. А. Кульского была ярким примером научного лидера — крупного ученого, прекрасного организатора научных исследований, талантливого педагога. Его работы отличались оригинальным подходом к решению сложных задач, глубоким освещением теоретической стороны рассматриваемых вопросов, творческим объединением научного и производственного подходов.

1. *Гороновский И. Т.* Жизненный и творческий путь Л. А. Кульского / И. Т. Гороновский, Н. А. Мешкова-Клименко, В. С. Кабкова. — К. : Наук. думка, 1985. — 105 с.
2. *Костенко М. П.* Леонид Адольфович Кульский: к 75-летию со дня рождения // Укр. хім. журн. — 1973. — Т. 39, Вып. 6. — С. 232–240.
3. *Гончарук В. В.* Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А. В. Думанського АН УРСР / В. В. Гончарук, Н. Ф. Зорич, А. Т. Пилипенко. — К. : Наук. думка, 1985. — 44 с.
4. *Науковий архів Президії НАН України Ф.* 183 Поточний архів прийдії НАН України оп. 631 Спр. 26. Особова справа Л. А. Кульского, 1962–1993 рр., 109 арк.

5. Жуков А. И. Канализация. Издание 5 [Электронный ресурс] / А. И. Жуков. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/cgi-bin/getpage.exe?cn=181&uid=0.43803475308232&inte=1>
6. Волков С. В. Институт загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського НАН України: до 80-річчя з часу заснування [Електронний ресурс] / С. В. Волкова. – Режим доступа: <http://www.ionc.kiev.ua>
7. Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського // Вісник НАН України: – 2005. – № 1. – С. 53–54.
8. Кульський Л. А. Очищення сорбентами води від біодисперсій / Л. А. Кульський, Н. Т. Музичук // Успехи колл. хім. : Сб. научн. тр. – К. : Наук. думка, 1983. – С. 44–49.
9. Архів Київського національного університету будівництва та архітектури Ф. 1 Київський національний університет будівництва та архітектури оп. 1 – Л Спр. 58–1993. Особова справа Л. А. Кульського, 1948–1993 рр., 185 арк.
10. Кульський Л. А. Коллоидно-химические аспекты процессов водоочистки / Л. А. Кульський // Гигиена и санитария. – 1948., Вып. 6. – С. 20–24.
11. Пилипенко А. Т. Леонид Адольфович Кульский. Вступительная статья / А. Т. Пилипенко, Ю. К. Делимарский, М. А. Шевченко. – К. : Наук. думка, 1985. – 85 с.
12. Кульський Л. А. Ионатор ЛК-27. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс] / Л. А. Кульський – Режим доступа: <http://savok.name/777-ionator.html>
13. Никовская Г. Н. Изучение удаления вирусов из воды // Вісник НАН України. – 2014. – № 7. – С. 170–174.
14. Сотрудники Института коллоидной химии и химии воды АН УССР // Вісник Академії наук УРСР. – 1983. – № 3. – С. 87–90.
15. Делимарский Ю. К. Жизнь, деятельность, творчество Л. А. Кульского / Ю. К. Делимарский, А. Т. Пилипенко, М. А. Шевченко. – К. : Наук. думка, 1993. – 77 с.
16. Кульський Л. А. Серебряная вода. Серебро и его применение в водоснабжении, пищевой промышленности и в медицине / Л. А. Кульський. – Киев – Львов : Гостехиздат Украины, 1946. – 115 с.
17. Кульський Л. А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды / Л. А. Кульський. – К. : Наук. думка, 1980. – 559 с.
18. Кульський Л. А. Обезвреживание и очистка воды хлором / Л. А. Кульський. – М., 1947. – 423 с.
19. Физико-химические основы очистки воды коагуляцией / [Л. А. Кульський, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко]. – К. : Изд-во Акад. наук Укр. ССР. Ин-т общей и неорг. химии, 1950. – 108 с.
20. Кульський Л. А. Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульський. – К. : Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского, 1991. – 568 с.
21. Кульський Л. А. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л. А. Кульський. – К. : Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского, 1962. – 588 с.
22. Кульський Л. А. Автоматичні прилади для контролю та регулювання хіміко-технологічних процесів обробки води / Л. А. Кульський, І. Т. Гороновський. – К. : Вид-во Акад. наук УРСР. Ін-т загальної та неорганічної хімії, 1961. – 128 с.
23. Кульський Л. А. Активная кремнекислота и свойства воды / Л. А. Кульський. – К. : Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского, 1993. – 238 с.
24. Кульський Л. А. Основы химии и технологии воды / Л. А. Кульський. – К. : Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского, 1985. – 248 с.
25. Кульський Л. А. Теоретическое обоснование технологии очистки воды / Л. А. Кульський. – Киев : ИКХХВ им. А. В. Думанского, 1981. – 344 с.
26. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. Науково-технічний збірник. Випуск 2 / Головний редактор О. Я. Олійник. – К. : КНУБА, 2003. – 108 с.
27. Делимарский Ю. К. Короткий нарис наукової, педагогічної і громадської діяльності академіка АН УРСР Л. А. Кульського / Ю. К. Делимарский, А. Т. Пилипенко, М. А. Шевченко. – К. : Наук. думка, 1974. – 47 с.

Получено 17.04.2015

М. Д. Донська

Роль Л. А. Кульського в розробленні методів і технологій очищення води

У статті розглядаються наукова, науково-організаційна, педагогічна та громадська діяльність Л. А. Кульського, відомого українського вченого в галузі колоїдної хімії та очищення води. Виділено три основні напрями наукової діяльності Л. А. Кульського. На основі вивчення праць Л. А. Кульського та інтерв'ю з його учнями проаналізовано внесок Л. А. Кульського та його послідовників у розроблення методів та обладнання для очищення й знезараження води. Показано народногосподарське значення розробок Л. А. Кульського.

Ключові слова: знезараження води, очищення води, очищення природних вод, очищення промислових стоків, водопостачання, класифікація домішок води.