

УДК 621.9 (09)

А.В. Руднев, Харьков, Украина

**ВЛАДИМИР СЕРГЕЕВИЧ КНАББЕ И ЕГО ТРУД
«ФРЕЗА И ЕЁ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ»**

В статті аналізується книга В.С.Кнаббе, присвячена фрезеруванню.

В статье анализируется книга В.С.Кнаббе, посвященная фрезерованию.

In the article is analysed the book of V.S. Knabbe, sacred to milling.

В последнее время возрос интерес к учёным, стоявшим у истоков науки о резании материалов. Появились научные труды, посвящённые этому вопросу, монографии. Однако даже в таком обстоятельном труде как «Очерки истории науки о резании материалов» В.И. Малышева [1] не упоминается имя талантливого исследователя Владимира Сергеевича Кнаббе. Восполнить этот пробел и является целью данной статьи.

Середина XIX века отмечена бурным ростом машиностроения, которое требовало соответствующего количества специалистов. Но подготовка инженеров и научные исследования в области машиностроения значительно отставали от потребностей. Уровень подготовки инженеров как в России, так и за рубежом был довольно низок, так как на то время не существовало теоретических курсов по теории резания и металлорежущим станкам.

Лишь в 1864 году в Петербургском практическом технологическом институте введён теоретический курс по механической обработке металлов. Его читал Николай Филиппович Лабзин, который позже издал свои лекции. Этим было положено начало современному периоду в истории науки о резании металлов и металлорежущих станках. Продолжателем его дела стал Аксель Вильгельмович Гадолин. Его лекции посвящены теории резания и научному подходу к подбору скоростей вращения шпинделя.

В 1883 году вышел в свет фундаментальный труд профессора И.А. Тиме «Основы машиностроения».

В 1874 г. Владимиром Львовичем Чебышевым опубликовано первое теоретическое исследование о качестве поверхности при фрезеровании. Но оно значительно опередило потребности промышленности и не было востребовано в тот период.

Фрезерование широкое внедрение в промышленность получило после выставки 1876 года в Филадельфии.

Виктор Львович Кирпичёв, в «Отчёте о командировке в Северную Америку» (1895 г.) большое внимание уделил рассмотрению фрезерных станков как одного из средств развития массового производства в машиностроении.

Однако теоретических трудов, посвящённых фрезерованию, не было. Первым фундаментальным трудом, посвящённом этой теме, стала книга Владимира Сергеевича Кнаббе «Фреза и её роль в современном машиностроении». В предисловии В.С. Кнаббе отмечал полное отсутствие технических сочинений по вопросу о фрезях: «в литературе, кроме отчётов о выставках, посвящённых преимущественно описанию новых станков и лишь иногда отмечающих усовершенствования в фрезях, да кроме журнальных статей, также посвящённых исключительно станкам, ни одного специального сочинения о фрезях не существует».

В марте 1892 года практически одновременно с книгой В.С. Кнаббе в Лондоне вышла книга английского исследователя Пола Хаслука (Paul Hasluck) «Milling machines and processes». О книге П. Хаслука В.С. Кнаббе пишет: «что касается самой книги P. Hasluck'a, которую я поспешил выписать и прочесть, то, воздерживаясь от её критического разбора, я должен лишь сказать, что за исключением лишь сходства в основной цели – доказать важность и пользу фрез, во всём остальном, как-то: в самой постановке вопроса, способе его разработки, выборе сферы наблюдений и соответствующего практического материала, P. Hasluck и я расходимся настолько значительно, что повторять один другого отнюдь не будем, в чём впрочем легко убедится всякий, кто даст себе труд сопоставить обе книги».

В работе В.С. Кнаббе вопросы применения фрез и фрезерных станков рассматриваются так широко (см. рис. 2), что остаётся удивляться – о чём тогда писал П. Хаслук?

Особую ценность труду В.С. Кнаббе придаёт то, что книгу о применении фрез он написал, осмотрев и проанализировав работу более ста заводов России, Германии, Австрии, Франции, Бельгии и Швейцарии.

К этому времени фрезы выпускались не только отдельными предприятиями для своих нужд, но на крупных предприятиях стали появляться инструментальные цеха по выпуску инструмента. Появились и специальные заводы по выпуску инструмента. Это позволило повысить точность выпускаемых фрез и понизить их стоимость, что способствовало продвижению фрез в производство. Соответственно улучшалась и станочная база для фрезерных работ.

Однако В.С. Кнаббе отмечает, что существует много владельцев заводов и мастерских, которые не хотят или боятся внедрять фрезерную обработку, считая более надёжной обработку поверхностей строганием или долблением. Кроме того, внедрение фрез требовало определённых первоначальных затрат.

Но самое главное, что нет литературы, и машиностроители знают об успехах фрезерных работ лишь по слухам.



Рисунок 1 – Обложка книги Владимира Сергеевича Кнаббе

О Г Л А В Л Е Н И Е.	
	<i>Стран.</i>
Предисловіе	I— IX
Глава I. Особенности и преимущества фрезерной работы	1— 7
Глава II. Устройство фрез, принцип их дѣйствія и классификація	8— 31
Глава III. Общій характеръ работъ, производимыхъ фрезами	32— 41
Глава IV. Методъ опредѣленія работы фрезерныхъ станковъ	42— 62
Глава V. Сравнительныя изслѣдованія работы, производимой фрезерными и другими станками	63—103
Глава VI. Работы, свойственныя преимущественно, или исключительно фрезамъ	104—122
Глава VII. Практика фрезъ въ различныхъ отрасляхъ машиностроенія	123—162
Глава VIII. Правила конструированія фрезъ	163—199
Глава IX. О скоростяхъ, сообщаемыхъ фрезамъ	200—207
Глава X. Ковка и механическая обработка фрезъ	208—249
Глава XI. Закалка фрезъ	250— 264
Глава XII. Шлифовка и отточка новыхъ фрезъ, возобновленіе старыхъ	265—290
Глава XIII. Типы фрезерныхъ станковъ, примѣняемыхъ въ общемъ машиностроеніи	291—349
Прибавленіе	350—353

Рисунок 2 – Оглавление книги «Фреза и её роль в современном машиностроении»

Первая глава «Особенности и преимущества фрезерной работы» посвящена описанию преимуществ фрезерной обработки. Сюда отнесены сокращение вспомогательного времени на переустановку детали, т.к. считалось, что лучше, когда деталь обрабатывается не меняя своего положения и на одном станке, а меняется лишь режущий инструмент. К тому же фреза – многолезвийный инструмент, требующий меньше переточек.

Другим плюсом фрезерной обработки В.С. Кнаббе считает более высокую чистоту поверхности, чем при обработке на строгальных и долбежных станках.

Развитие технологии получения и заточки фрез, способов закалки инструментального материала привели к удешевлению инструмента. Кроме того, «число заводов, избравших изготовление фрез своею специальностью,

значительно возросло». Фрезы стали применяться не только для фасонной обработки, но и для фрезерования плоскостей. Это привело к появлению новых, более крупных и мощных станков.

Следующая глава посвящена классификации фрез. Кнаббе разделил их на три класса: осевые, лобовые и смешанные – по расположению режущих зубьев относительно оси фрезы. Разделил он фрезы и по форме задней поверхности зуба – прямолинейная или криволинейная в сечении. Соответственно этому – заточка фрезы. Главу о фрезях В.С. Кнаббе богато проиллюстрировал – в ней 65 рисунков с изображением всех известных на то время фрез! Не меньше рисунков и в главе, посвящённой работе фрез. В.С. Кнаббе показал все возможности фрез по обработке различных поверхностей.

Для определения работы станка В.С. Кнаббе пользовался формулами Хартинга

$$N = N_0 + EG$$

и Харта.

$$P_v = \frac{(1+m)akb\delta v}{75} \text{ п. л.}$$

Эти формулы он использовал для обоснования с цифрами преимуществ фрезерования перед строганием и долблением при обработке различных крупногабаритных деталей: паровозных рам, стыков крупногабаритных сборных маховиков, тубингов. Причём выигрыш получался не только в меньших затратах необходимой для обработки энергии, но и во времени. При строгании и долблении половина времени обработки уходит на холостой ход реза. Эту проблему пытались решить, ускоряя холостой ход. При фрезеровании этой проблемы нет, так как два-три зуба фрезы всегда находятся в работе. В результате обработка ведётся непрерывно.

Для наглядности итоговые цифры по всем примерам В.С. Кнаббе привёл в сравнительной таблице.

Далее В.С. Кнаббе приводит примеры работ, которые невозможно сделать ни строганием, ни долблением, только фрезерованием. Это обработка крупногабаритных деталей, точных деталей, обработка по копиру и фрезерование фасонных поверхностей.

В седьмой главе В.С. Кнаббе, в порядке обмена опытом, ибо некоторые хозяева заводов не спешат рассказать об успехах фрезерных работ, некоторые просто скрывают их, боясь конкуренции, подробно описывает на каких заводах и какие детали обрабатываются фрезерованием.

После этого В.С. Кнаббе переходит к проектированию фрез. Однако, хоть глава и называется проектирование, в неё всё же больше дано описание фрез, преимущества и недостатки мелкозубых (зубья как у напильника) и крупнозубых фрез.

Приводит он и размеры фрез, выпускаемых некоторыми производителями:

<i>Brown & Sharpe</i> (въ Провидансѣ, Сѣв. Ам.)	отъ 7 до 200 мил.
<i>Reinecker</i> (въ Хемницѣ)	„ 10 — 200 „
<i>Loewe & Co.</i> (въ Берлинѣ)	„ 9 — 180 „
<i>Huré</i> (въ Парижѣ)	„ 4 — 200 „
<i>Barriquand & Marre</i> (въ Парижѣ)	„ 5 — 125 „

Однако при этом отмечает, что это для цельных фрез. Для фрез с механическим креплением режущих элементов не редкость и 1,5 метра в диаметре, а в исключительных случаях – до 6 метров!

Обобщил В.С. Кнаббе и данные по режимам обработки. Он писал «Постоянных и определённых общих правил относительно пределов найвыгоднейших скоростей фрез до сих пор не установлено и в этом отношении наблюдается весьма значительное разногласие. В виду этого, я сопоставлю различные существующие по этому вопросу данные с данными, добытыми мною путем непосредственных измерений на многих заводах».

Данные, полученные В.С. Кнаббе следующие:

$$\text{Скорость резания, рассчитанная по формуле } v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} \text{ (мм/с):}$$

для стали – 150 – 400,

для чугуна – 200 – 500,

для бронзы – 400 – 600.

«Что касается многочисленных непосредственных измерений, произведенных, автором настоящей книги на многих заводах, то измерения эти дали следующие средние цифры скоростей:

$v = 200$ мил. для стали и твердого чугуна

$v = 250$ мил. для железа и мягкого чугуна и

$v = 400$ мил. для бронзы» (мил. – это мм/с – прим. А.Р.).

В.С. Кнаббе на основании производственного опыта дал рекомендации по выбору стали для изготовления фрез, метода получения заготовок. Очень подробно, для каждого типа фрез рассмотрена технология получения инструмента, оборудование, на котором производится нарезка зубьев. При этом приводятся изображения фрез, которыми нарезаются зубья, приспособления и станки различных конструкций, разработанные на заводах разных стран.

Готовый инструмент нужно закалить, придать нужную твёрдость. В.С. Кнаббе и этот вопрос рассмотрел досконально. В книге приведена не только технология, но и приведены рисунки печей для закалки, даны рекомендации по недопущению брака.

Отдельная глава посвящена заточке. Как отметил В.С. Кнаббе с появлением наждачных кругов на искусственной связке и заточных станков изменилась технология получения фрез, изменились и сами фрезы – из мелкозубых они стали крупнозубыми, способными снимать большую стружку, не забивающую пространство между зубьями. Это благодаря тому, что появилась возможность заточить фрезу после закалки. Эта глава также богато иллюстрирована.

Рукопись книги была направлена на рецензирование профессорам К.А. Зворыкину и Г.А. Латышеву, которые высоко оценили труд В.С. Кнаббе, особенно отметив при этом, что «сочинение написано лёгким языком», что делает его доступным для читателей и для распространения среди машиностроителей.

Книга вызвала большой интерес среди машиностроителей и получила огромное количество положительных откликов. И.А. Тиме назвал труд В.С. Кнаббе энциклопедией фрезерования.

Книга одновременно была издана на русском и немецком языках. Поэтому она стала известной и за рубежом. Многие исследователи прислали В.С. Кнаббе свои отзывы, рецензии на книгу были опубликованы в девяти журналах.

Подготавливая второе издание книги, В.С. Кнаббе продолжал изучать применение фрез на предприятиях России и стран Европы. В итоге он обобщил опыт работы более ста двадцати пяти предприятий! Благодаря этому В.С. Кнаббе был в курсе новейших достижений технологии машиностроения.

Успех книги о фрезях помог В.С. Кнаббе получить учёное звание адъюнкт-профессора Харьковского практического технологического института. Свой опыт, приобретённый при подготовке книги, В.С. Кнаббе в полной мере применял в своей научной и педагогической деятельности.

Монография долго была фундаментальным трудом о фрезеровании и потеряла актуальность лишь в конце 20-х годов.

Вывод. В.С. Кнаббе впервые проанализировал процесс резания фрезерованием, сравнил его с обработкой строганием, доказал выгодность и перспективность обработки фрезерованием, определил те области, где фрезерование будет наиболее выгодным. Его труды в области технологии машиностроения, чугунолитейного дела характеризуют В.С. Кнаббе как выдающегося учёного своего времени.

Список литературы: 1. *Мальшев В.И.* Очерки истории науки о резании материалов: монография. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 216 с. 2. *Кнаббе В.С.* Фреза и её роль в современном машиностроении. – Харьков, 1892. 3. *Загорский Ф.Н.* Владимир Сергеевич Кнаббе. – Москва – Ленинград: Наука, 1965.

Поступила в редколлегию 01.07.2013