

ЧЕТЫРЕ ПОКОЛЕНИЯ ШТАНГЕНЦИРКУЛЯ

История штангенциркуля

Крамаренко Б. П.

Кандидат технических наук

Свыше 180 лет штангенциркули являются самым распространенным профессиональным измерительным инструментом на каждом производстве.

Штангенциркули отличает от рулеток и измерительных линеек наличие отсчетных устройств, измерительных губок и подвижных рамок.

Штангенциркули имеют уникальный потенциал среди другого линейного измерителя: -«Колумбики» измеряют четыре параметра детали (наружные и внутренние размеры, глубину и уступы);

-Прецизионные штангенциркули в диапазоне 0.....150 мм одновременно заменяют 6 микрометров;

-Удлиненные штангенциркули измеряют размеры до 10000 мм губками до 1000 мм.

Пра- штангенциркули применяли в Китае 1100...3400 лет назад, как разновидность измерительной линейки с подвижной рамкой и двумя губками [1,2], Рис.1. Пра-штангенциркули не имели специальных отсчетных устройств, из-за чего их погрешность (с поперечными измерительными губками) превышала погрешность обычных измерительных линеек.



Рис.1 Бронзовый пра-штангенциркуль эпохи Хань [2]

Штангенциркули обычно классифицируют по типам отсчетных устройств [3], Рис.2-5:



Рис.2 Штриховые нониусные (со шкалой Вернье)

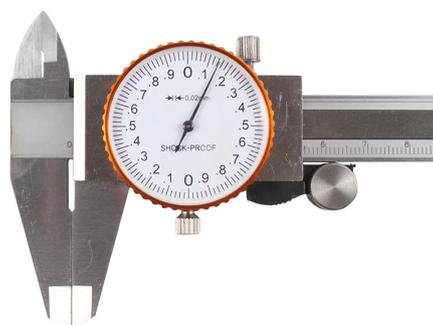


Рис.3 С круговой шкалой (индикаторные)



Рис.4 Цифровые электронные (с инкрементной или фотоэлектронной шкалой)



Рис.5 Компьютерный (со встроенным микрокомпьютером)

Известны модели штангенциркулей, которые не стали самостоятельными распространенными типами ввиду конструктивных и метрологических недостатков, среди которых наиболее интересны следующие штангенциркули, Рис.6-11:

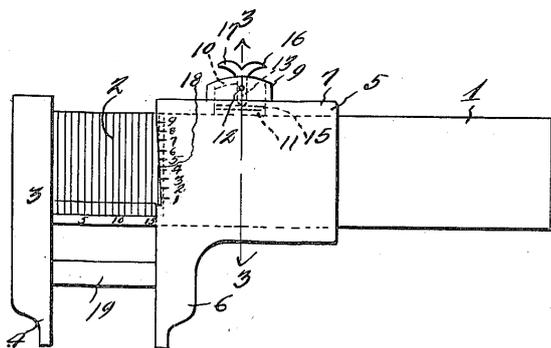


Рис.6 С диагональной шкалой [4]
Патент H.Packet 1,231,934 1917 г.

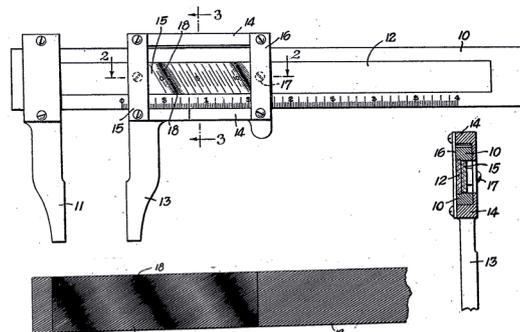


Рис.7 С муравьей шкалой [5]
Патент G.E.Giambiasi 1,415,627 1922 г.

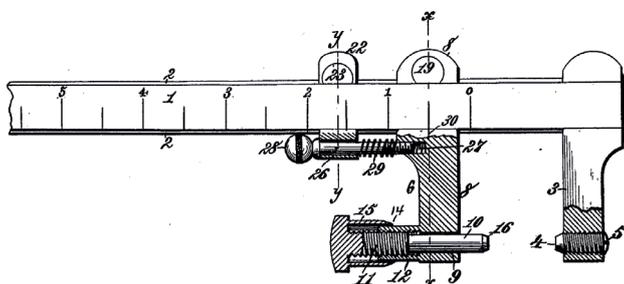


Рис.8 С микрометрической головкой на подвижной губке [6]
Патент S.H.Bellows 403,726 1889 г.

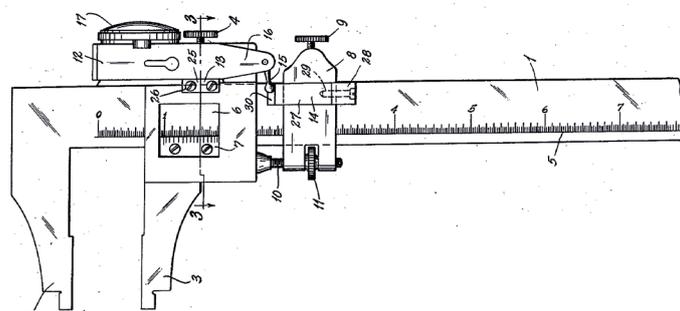


Рис.9 С индикатором на подвижной рамке [7]
Патент L.H.Dowe 2,447,612 1948 г.

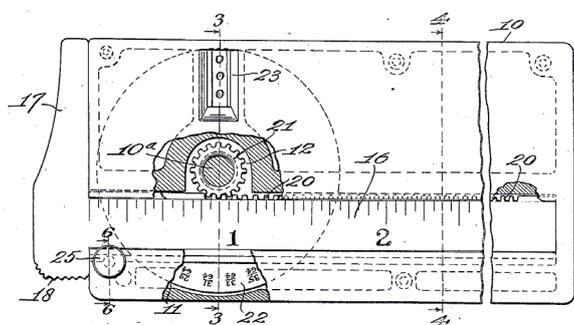


Рис.10 Цифровые механические штангенциркули с кольцевыми декадами [8]
Патент F.M.Gamroth 2,034,804 1936 г.



Рис.11 Двойной индикаторный штангенциркуль ШЦК London meter [8]

Четыре основных типа отсчетных устройств (нониусные, круговые, цифровые электронные, компьютерные) соответствуют четырем основным поколениям 180-летней эволюции штангенциркулей, при этом мы установили высоко значимую корреляцию во времени с четырьмя Промышленными революциями (от «Industry 1.0» до «Industry 4.0»), Рис.12.



Рис.12 Корреляция поколений штангенциркулей с Промышленными революциями

Первым типом отсчетных устройств штангенциркулей стал нониусный отсчет в штангенциркулях типа ШЦ, что соответствует по времени Первой промышленной революции «Industry 1.0» (появление паровых двигателей и механического производства) в период 1760..1840 годов [10].

Нониусные штангенциркули используют принцип отсчета Вернье, который был разработан французским ученым Пьером Вернье (1580-1637)

Первый нониусный штангенциркуль появился во Франции в 1837...1840 годах на королевском артиллерийском заводе, при этом первый штангенциркуль имел диапазон измерений 0...530 мм, цену деления 0,100 мм и погрешность 0,250 мм [1], Рис.13.

Погрешность нониусных штангенциркулей (типа ШЦ) на порядок меньше погрешностей измерительных рулеток и линеек, однако не может быть лучше 0,030 мм [3].

Нониусные штангенциркули широко применяют уже свыше 180 лет и имеют хорошие перспективы благодаря надежности и доступности. Рис.14.

Через 70 лет после появления нонусных штангенциркулей (типа ШЦ) появились штангенциркули с круговой шкалой (типа ШЦК), Рис.15, это совпало по времени со Второй промышленной революцией «Industry 2.0» (появление электричества и серийного производства с конца 19 века до начала 20 века [10]).

Применение аналоговых штангенциркулей (типа ШЦ и ШЦК) тормозится необходимостью высокой освещенности, высокой квалификации и абсолютного зрения пользователей для обеспечения паспортных показателей аналоговых штангенциркулей.

Указанные недостатки практически отсутствуют у штангенциркулей с цифровым электронным отсчетом (типа ШЦЦ), появление которых совпало по времени с Третьей промышленной революцией «Industry 3.0» (цифровая и компьютерная) в период с 1960 года по 2011 год [10].

Цифровые электронные штангенциркули используют интегральные микросхемы, которые появились за два десятилетия ранее.

Штангенциркули с цифровым электронным отсчетом (типа ШЦЦ) разработали и запатентовали практически одновременно Ханс Ульрих Майер (первый президент швейцарского «Sylvac» в 1972 году [11]) и Ингвар Андермо (известный специалист шведского Королевского института [12], который в дальнейшем достаточно продуктивно работал в американском подразделении японской фирмы «Mitutoyo» [13]).

Первые серийные образцы цифровых электронных штангенциркулей (типа ШЦЦ) выпустила швейцарская фирма «Tesa» [1], Рис.16. Особенностью указанных штангенциркулей были стеклянные шкалы и фотоэлектрические отсчетные устройства, которые, после появления инкрементных шкал, перестали применяться в штангенциркулях. Цифровые электронные штангенциркули с современными инкрементными шкалами разработала и начала выпускать с 1980 года швейцарская фирма «Sylvac» [1], Рис.17



Рис.13 Первый нониусный штангенциркуль /



Рис.14 Нониусный штангенциркуль

Фото «Музея инструмента «МИКРОТЕХ»



Рис.15 Индикаторный штангенциркуль Mauser
<https://www.worthpoint.com/worthopedia/vintage->



Рис.16 Цифровой штангенциркуль TESA

Фото «Музея инструмента «МИКРОТЕХ»



Рис.17 Фото старого образца ШЦЦ Sylvac

Наибольшая в мире мерителя японская фирма «Mitutoyo» в начале 80-х годов приобрела лицензии и успешно использовала технологии других разработчиков [1]:

- В 1981 «Mitutoyo» году имела общий ассортимент и единый каталог вместе с инновационной швейцарской фирмой «Sylvac» [13];

- В 1983 году «Mitutoyo» приобрела лицензию и технологию производства инкрементных шкал штангенциркулей у шведского Королевского института [1];

- В августе 1984 года «Mitutoyo» смогла самостоятельно изготовить и реализовать 100 тысяч собственных цифровых штангенциркулей [1].

Японские специалисты фирмы «Mitutoyo» в 1983 году запатентовали проводную связь цифровых штангенциркулей с внешними ПК [15], см.Рис.18.

В 1987 году другая японская фирма «Man Design» запатентовала приставной передатчик для цифрового электронного штангенциркуля [16].

В течение 37 лет конструкция и функциональные возможности электронных штангенциркулей практически не изменились.

Появление в 2015 году штангенциркулей с отчетно-компьютерными устройствами совпало по времени с Четвертой промышленной революцией «Industry 4.0» (синтез цифровых, физических и биологических технологий), которую объявил в 2011 году на Ганноверской ярмарке Клаус Шваб [10].

Штангенциркули трех предыдущих поколений (ШЦ, ШЦК, ШЦЦ) не отвечают требованиям системы «Industry 4.0», в отличие от штангенциркулей с отчетно-компьютерными устройствами «Caliper 4.0».

Штангенциркули «Caliper 4.0» для применения в системе «Industry 4.0» имеют следующие функции:

- Двухсторонний обмен информацией штангенциркулей «Caliper 4.0» со всеми составными системы «Industry 4.0» («Factory 4.0», «Machine 4.0», «Metrology 4.0», серверами, ПК и смартфонами, с другим мерителем 4.0);

- Работа штангенциркулей «Caliper 4.0» в автоматическом режиме (математическая обработка результатов измерений, протоколирование и архивация, текущая и отсроченная связь с внешними составными системы «Industry 4.0»);

- Адаптивный контроль состояния штангенциркуля «Caliper 4.0» (компенсация температурного расширения измеряемой детали, математическая компенсация погрешности в диапазоне измерений, самокалибровка и расчет неопределенности, сохранение результатов предыдущей калибровки, дата последующей калибровки)

Инновационные штангенциркули «Caliper 4.0» с отчетно-компьютерными устройствами первыми в мире запатентовали специалисты «МИКРОТЕХ» [17, 18].

С 2016 года компьютерные штангенциркули (модели «Tablet» и «Intelligent») выпускаются серийно.



Рис.18 Штангенциркуль Mitutoyo с кабелем передачи данных

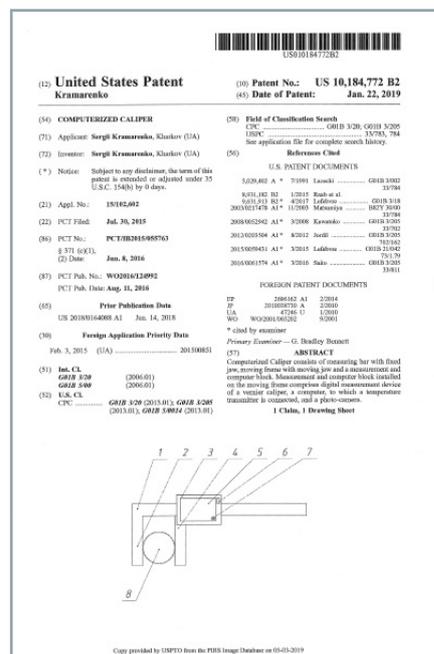


Рис.19 Патент US 10184772 Компьютерный штангенциркуль [17]



Рис.20 Компьютерный штангенциркуль МИКРОТЕХ Tablet 4.0 [3]

Список литературы:

1. The Origin of Evolution of Caliper, Mitutoyo.-E12029.2012
2. All things Chinese [Электронный ресурс].-URL:<https://www.viewofchina.com/household-inventions/>
3. Каталог «МИКРОТЕХ»-2020-57ua
4. Pat.US1231934 «Caliper»
5. Pat.US1415627 «Precision instrument»
6. Pat.US403726 «Micrometer gage»
7. Pat.US2447612 «Dial indicator base»
8. Pat.US2034804 «Caliper rule»
9. Progress-is-fine[Электронный ресурс].-URL: <http://progress-is-fine.blogspot.com/2018/01/london-meter-vernier-caliper.html>
10. Шваб К. «Четверта промислова революція».-2019 р.
11. Pat.CH8600/80 «Capacitive length» .-1980
12. Pat.SE7714010 «Measuring device» .-1977
13. Pat.US7661840 «Absolute position...» .-1991
14. Comprehensive catalog «Mitutoyo-Sylvac». №13-17.-1982
15. Pat.US4612656 «Digital indicator type...»
16. Pat.US4930095 «Data transmitting apparatus...»
17. Pat.UA128692 «Штангенциркуль «Intelligent Caliper»
18. Pat.US10184772 «Computerized caliper».-2019

Авторские права © 2020 МИКРОТЕХ

Все права защищены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена, распространена или передана в любой форме и любыми средствами, включая фотокопирование, запись или другие электронные или механические методы, без предварительного письменного разрешения издателя, за исключением случаев кратких цитат, воплощенных в критических обзорах и некоторых других некоммерческих видах использования, разрешенных законом об авторском праве.