

Глава 8. Очереди создания технологической системы сборки

План

- график этапов создания рабочего проекта,
- описание компонентов технологической линии каждого этапа рабочего проекта,
- описание перечня учебных и научных работ, которые можно проводить на каждом компоненте технологической линии рабочего проекта.

Очереди проектирования автоматизированной системы проектирования технологических процессов

В настоящее время разработана первая версия программного компонента «Анализ технологической системы сборки», которая строит модель технологической системы сборки. На основании статистических результатов можно давать технологиям оценки и находить их слабые места, а также пути усовершенствования. В дальнейшем этот компонент будет совершенствоваться, чтобы создать единый программный продукт «Автоматизированная система проектирования технологических процессов сборки».

Первая очередь

На первом этапе будет создана вторая версия системы анализа технологической системы сборки.

На втором этапе будет разработана система синтеза схемы сборки. В системе синтеза схемы сборки будет производиться формирование схемы сборки изделия на основе описания структуры изделия. Структура будет задаваться в виде матрицы связей и ограничений доступности.

Для ввода ограничений доступности предполагается использовать специально разработанный логический формат, дающий системе понимание изделия как совокупности физических тел.

Также на втором этапе будет организована визуализация модели сборки. С помощью визуализации будет возможно оценить характеристики работоспособности системы сборки.

Далее будет разработана система синтеза технологической системы сборки, где будет производиться формирование технологии сборки изделия на основе имеющейся схемы сборки изделия и описания его функциональных особенностей. В рамках формирования технологии будет задаваться оборудование и все вспомогательные операции.

Вторая очередь

На первом этапе происходит анализ изделия. В результате анализа определяется состав и структура изделия, а также выявляются функциональные особенности изделия в целом и составляющих компонентов. Определяется форма и качественные характеристики компонентов, а также требования к поверхностям.

На втором этапе, исходя из результатов анализа, строится схема сборки изделия. Учитываются геометрические ограничения и габаритные показатели компонентов.

Далее схема сборки дополняется специальными операциями. Определяется оборудование и транспортная система. Происходит учет качественных требований к изделию и экономических показателей производства. Учитываются особенности, влияющие на производство. Таким образом формируется основанная на совокупности всех этих параметров технология сборки.

Затем строится модель технологической системы сборки, на основе которой анализируются характеристики системы и выявляются слабые места, а также пути усовершенствования.

В результате имеется технологическая система сборки, полностью сформированная и проанализированная. Имеются все ожидаемые показатели, которые могут быть обеспечены при использовании этой системы.

Таблица 1. Предложения по закупке оборудования

№ пп	Наименование оборудования	Стоимость единицы	Кол-во	Общая сумма	Фирма изготовителя (страна)	Представител ьство в России	Срок поставки	Алтернатива (номер пункта)
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 2. Предложения по закупке альтернативного оборудования

№ пп	Наименование оборудования	Стоимость единицы	Кол-во	Общая сумма	Фирма изготовителя (страна)	Представите льство в России	Срок поставки
1	2	3	4	5	6	7	8

К.-Р. Zocher, Ilmenau

Возможный вариант построения лаборатории «Гибкая сборка/Адаптивно-селективная сборка»¹⁾ на кафедре Технологии приборостроения в СПбГУИТМО.

Схема возможной реализации лаборатории.

Качество сборки точных оптико-механических, мехатронных и оптронных приборов, производимых в лаборатории «Гибкая сборка / Адаптивно-селективная сборка», должно достигать точности современных нанотехнологий. Поэтому в составленной схеме гибкой сборочной ячейки используются мобильный промежуточный накопитель, соединенный со станциями измерения, соединения и юстировки узлов и конструктивных элементов, установленными в «чистом» помещении с контролем климата, со специальным, уменьшающим вибрации фундаментом. Чистая комната для сборки узлов не используется в основном оснащении лаборатории в первой реализуемой фазе.

В гибкой типизированной ASM-ячейке (Рис. 1) свободно соединены 6 рабочих станций (измерение, манипуляции, соединение) с 2 транспортными системами, а также интегрированным промежуточный накопителем. Используется протокол передачи информации. А также необходимы рабочие места для offline-программирования, компьютера/ноутбука/оборудования, транспондера и системы безопасности.

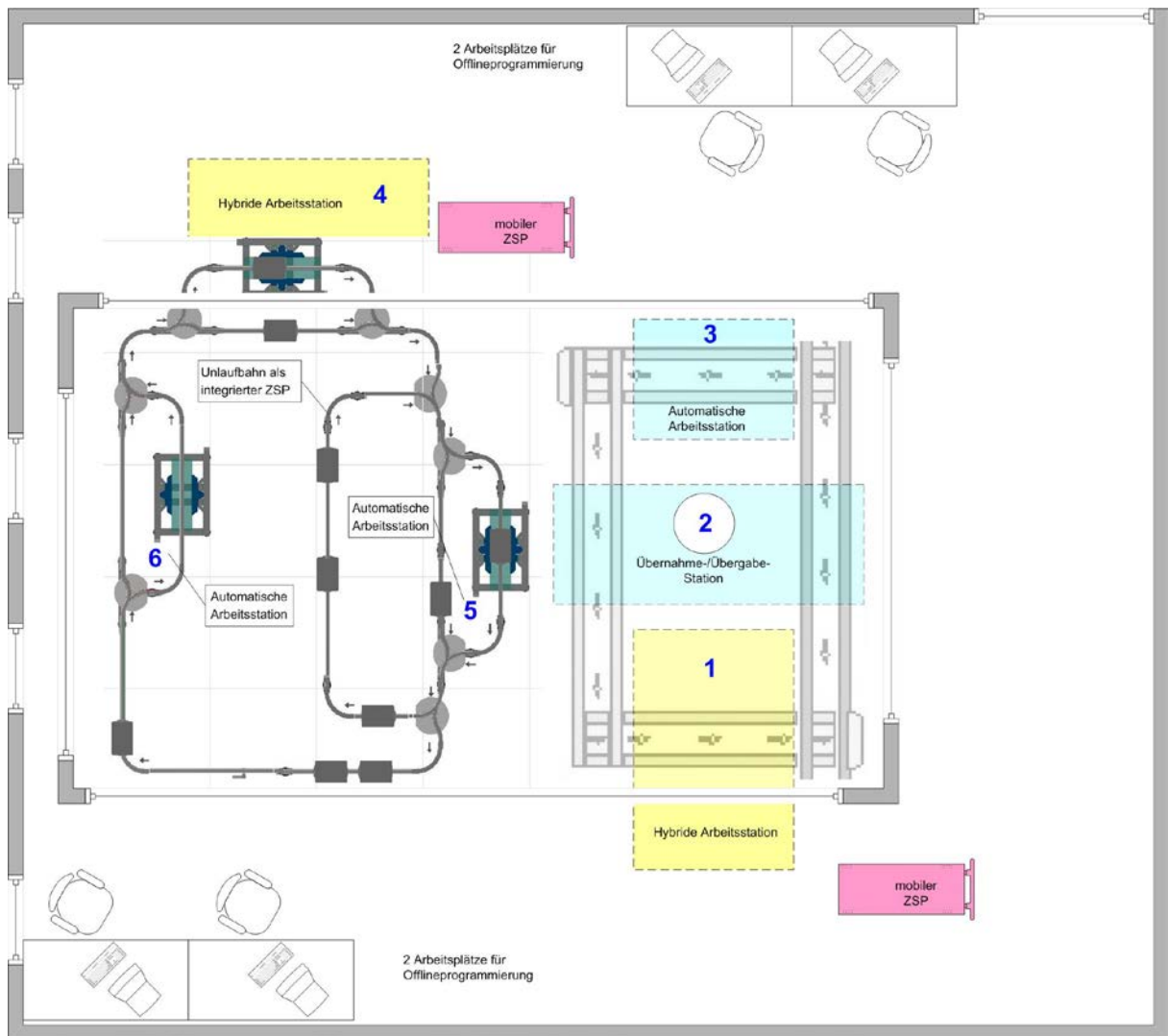


Рис. 1. Основная схема реализации гибкой сборочной ячейки



Рис. 2. «Projekte 2007»

Для 6 рабочих станций планируется в качестве основного оборудования Scara-Roboter, 6-Achs-Roboter и Kartesische Roboter. Для выбора IR-систем и систем транспортировки для оснастки рабочих станций был произведён поиск современного оборудования. Список возможного

оборудования приведён в папке «**Projekte 2007**», содержимое которой приведено на рис. 2. Подробное описание оборудования и презентации приведены в папках «Roboter» и «Transfer Systeme».

Данное предложение подлежит обсуждению коллективом кафедр, скорректировано и дополнено. Также должны приниматься во внимания возможности используемого помещения по площади. И только после этого может быть сформирован заказ оборудования производителю.

Предлагаемый набор оборудования:

1. Рабочая станция на базе 6-Achsen-Roboter EPSON Pro Six PS3 (ручные и автоматические соединительные и измерительные операции).
2. Станция приёма и передачи с 6-Achsen-Roboter ADEPT VIPER 650, включая систему обработки изображений.
3. Рабочая станция на базе Kartesischen Roboter PARKER XRS-0039 и автоматизированные соединительные и измерительные операции.
4. Рабочая станция на базе Scara-Roboter EPSON E2C251C (ручные и автоматические соединительные и измерительные операции).
5. Рабочая станция на базе 6-Achsen-Roboter FANUC LR 2001B и автоматизированные измерительные и соединительные операции с интегрированным промежуточным накопителем.
6. Рабочая станция на базе Kartesischen Roboter ISCPA3 и автоматизированные соединительные операции.

Таблица 1. Список оборудования (по состоянию на 23.07.2007)

Оборудование	Цена в €	Примечание
EPSON PRO SIX PS3	22500,00	
ADEPT VIPER 650	27000,00	
+ обработка изображения	6400,00	Предложение от 27.06.07
FANUC LR 2001B	29000,00	
ISCPA3 (kartesischer IR)	12064,50	Предложение от 06.07.07 (без 25% скидки)
PARKER XRS-0039	15000,00	*)
EPSON E2C251C (scara)	25000,00	*) для очистки помещения
Транспортная система Montech	72787,70	Предложение от 05.07.07 без установки на месте
Транспортная система 2	75000,00	*)
3 x Система обработки изображения	20000,00	Steinbeiss-Zentrum Ильменау (Проф. Linß)
X-Y-система позиционирования	8000,00	*)
Компьютер / Ноутбук / Оборудование	13500,00	*)
2 x Мобильный промежуточный накопитель	15000,00	*) TETRA GmbH Ilmenau

6 х Рабочий стол / Дополнительные устройства	8000,00	
Сумма	349 252,20	*) Оценочная стоимость

Этот выбор оборудования (табл. 1) для отдельных рабочих станций ориентирован на различных поставщиков. Что сделано для гибкости и дальнейшего подбора различных поставщиков. Кроме того, это существенно для каждой отдельной станции.

Это делает возможным независимое внесение изменений в отдельные элементы, например, программирование различных IR, а также интегрированных измерительных систем и т. д. В гибкой типовой ASM-ячейке собраны автоматизированные и гибридные (ручные и/или автоматические) рабочие станции. Каждая отдельная рабочая станция соединена с системой транспортировки для переноса деталей к рабочим столам с устройствами манипуляций, измерения и соединения, соответствующим образом задействованным в системе транспортировки. В качестве системы транспортировки выбрана система «Montech» (рис. 4) совместно с системой, которую ещё предстоит выбрать. Системы являются гибкими и позволяют различные варианты расположения. Особо следует обратить внимание в системе «Montech» на лифт, позволяющий производить перемещения деталей в различных плоскостях.

Рабочие столы с оборудованием для манипуляций, измерений и соединений, включая защитные устройства, являются индивидуальными для каждой рабочей станции и должны быть адаптированы к конкретным задачам. Для развития детальной концепции гибкой сборочной ячейки необходимо задействовать дипломные работы студентов ИТМО осеннего семестра 2007-2008 гг. Примером оформления компоновки рабочих станций может служить ASM-ячейка, созданная под руководством доктора Zocher, в ТУ Ильменау (использование сборки «Якорь-крыльчатка» для двигателя вентилятора).

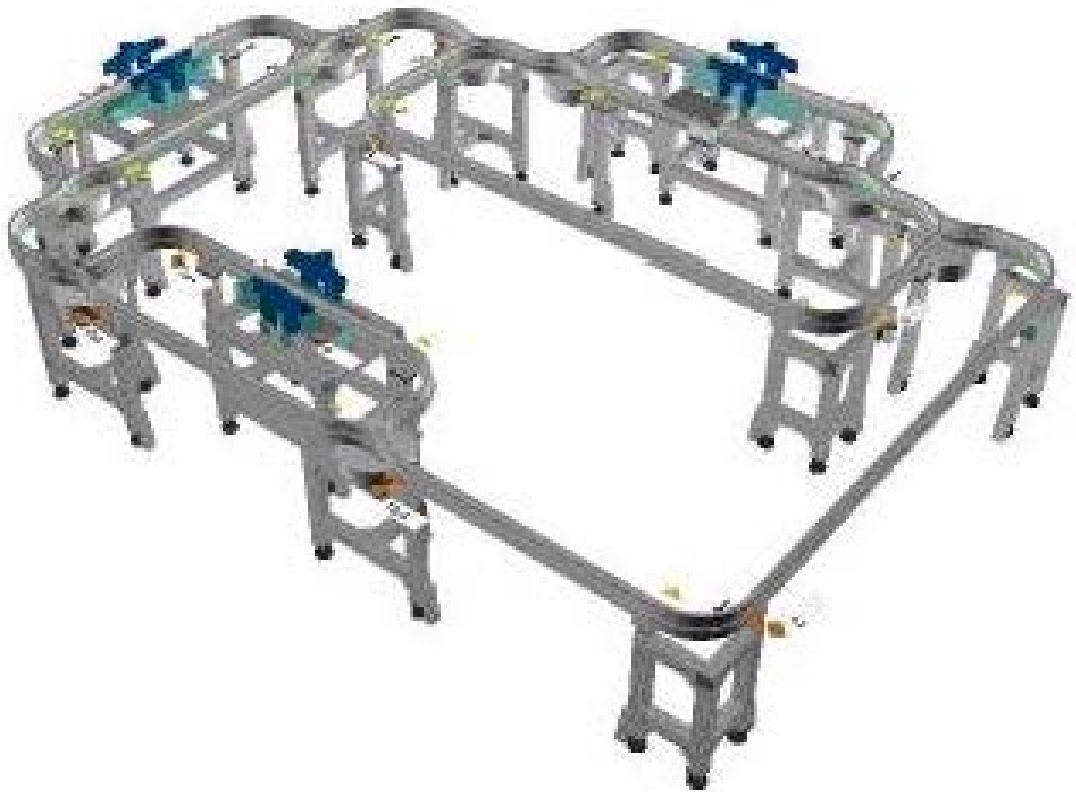


Рис.4. Система сборки

1. ASM-ячейка для сборки «Якорь-крыльчатка» в лаборатории ТУ Ильменау

Лабораторная сборочная ячейка «Якорь-крыльчатка»

Лабораторная сборочная ячейка, построенная в качестве практикума ASM-технологии и программирования роботов, демонстрирует сборку «Якорь-крыльчатка» (Рис. 5) с учётом компенсации дисбаланса узлов якоря и крыльчатки. При помощи интегрированной измерительной системы якоря осуществляется не только расчёт групп допусков, но и определяется взаимное положение элементов, за счёт чего минимизируется общий дисбаланс для всего мотора.³⁾ Таким образом, 3 рабочих станции являются связанными друг с другом при помощи транспортной системы. Варианты рабочих станций с Portal-, Scara- и Knickarmroboter в сочетании с системами транспортировки и переноса деталей предлагаются производителями. Необходимые для рабочих станций дополнительные устройства, такие как устройство подачи якоря (2) и магазина колёс (3) изготавливались самостоятельно, в то время как устройство измерения дисбаланса якоря (1) было изготовлено фирмой Tetra.

Лаборатория работает уже около 10 лет. Она демонстрирует транспортную систему с переносчиком деталей конвейерного типа. Каждый переносчик деталей оборудован транспондером (приёмопередатчиком с базой данных), что позволяет переносить вместе с деталью информацию о её качестве.

4. Первое применение ASM для сборки микрообъективов.

Для первого применения «Адаптивно-селективной сборки (ASM) для микрообъективов» можно воспользоваться результатами междисциплинарной совместной работы по «Развитию, конструированию и технологиям монтажа микрообъективов в комплексном аспекте адаптивно-селективной сборки»⁴⁾ студентов и аспирантов совместно с руководителями Высших школ ИТМО и ТУ Ильменау, а также с ЗАО НПП «Фокус» (Санкт-Петербург).

В основе типовой гибкой сборки микрообъективов лежит унификация конструкций узлов и деталей.

Повышение эффективности технологического процесса при помощи унификации и типизации изделий является существенной целью «Митрофановской школы» ИТМО.

В револьверном механизме микроскопа используются микрообъективы различных увеличений. При этом микрообъективы можно условно разделить на 3 класса качества (высокий, средний, низкий).

Процесс сборки (схема сборки - рис. 6) микрообъектива (сборочный эскиз - рис. 7) на основе унифицированных узлов и отдельных деталей разделён на 3 этапа: окончательная сборка (0), предварительная сборка (1) и сборка узлов (2).

Рассматриваемое применение «ASM для микрообъективов» ориентировано на предварительную и окончательную сборку.

Оптико-механические узлы (линзы в оправках), изготовленные вне сборочной ячейки и отдельные механические детали подаются при помощи мобильного промежуточного накопителя вместе с информацией о них. Информация представляет собой набор данных о качестве, а также производственную информацию, например, величину и направление децентровки, данные об изготовлении (Charge, дата и время) и др.

Спецификой предложенной методики сборки микрообъективов является наличие юстировочных операций, связанных со сравнением качества изображения с образцом, который должен быть предварительно получен. В предварительной сборке осуществляется соединение узлов с дистанционным кольцом и базовой оправой (рубашкой) микрообъектива селективно с учётом групп допусков.

В рабочих станциях ASM-ячейки реализуются следующие шаги:

- a) Измерение необходимых параметров оптико-механических узлов (линз в оправках).
- b) Измерение необходимых параметров механических деталей (дистанционных колец, оправ, ...).
- c) Селективная сборка деталей, узлов и базовой оправы (рубашки) на основе групп допусков.
- d) Ручная и/или автоматическая юстировка для минимизации комы через подвижку узла в базовой оправе ортогонально оптической оси.

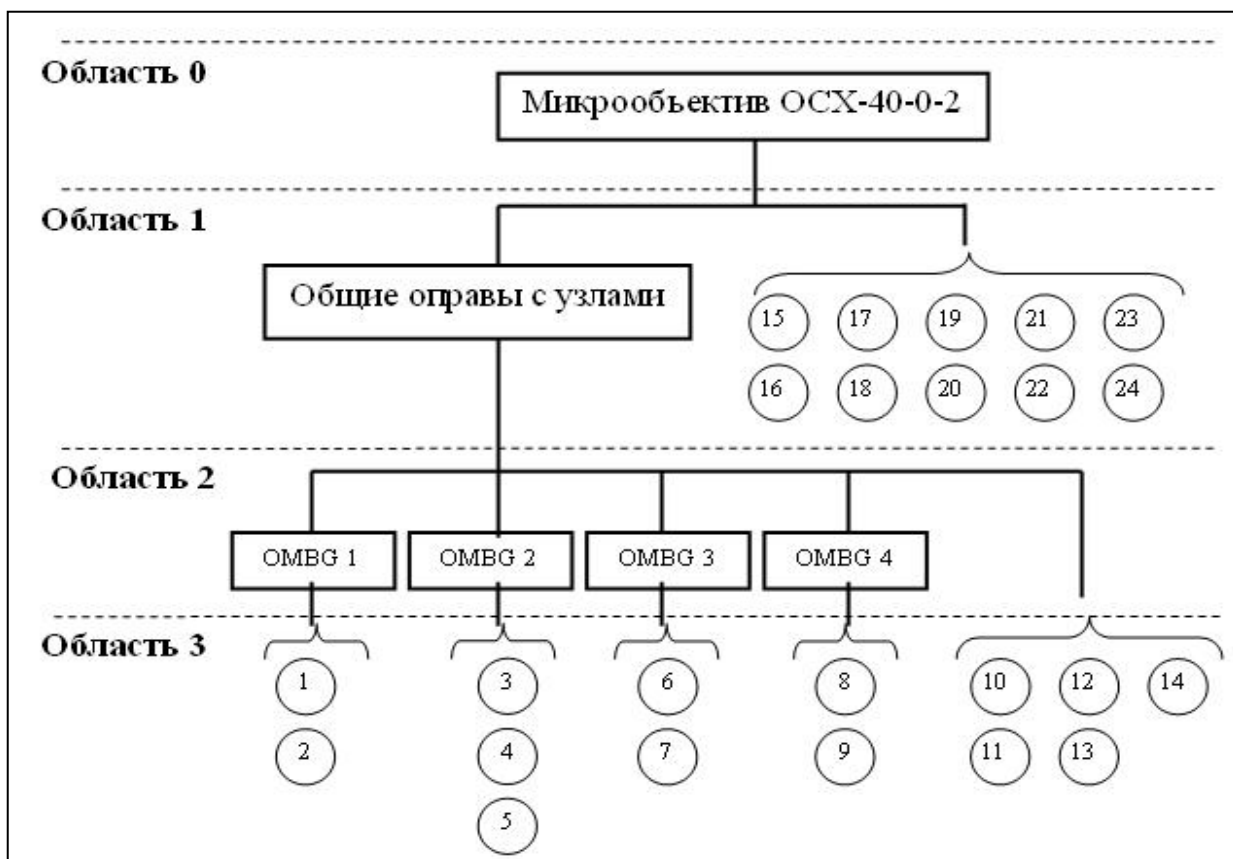


Рис. 6. Схема сборки микрообъектива ОСХ-40-0-2.⁵⁾

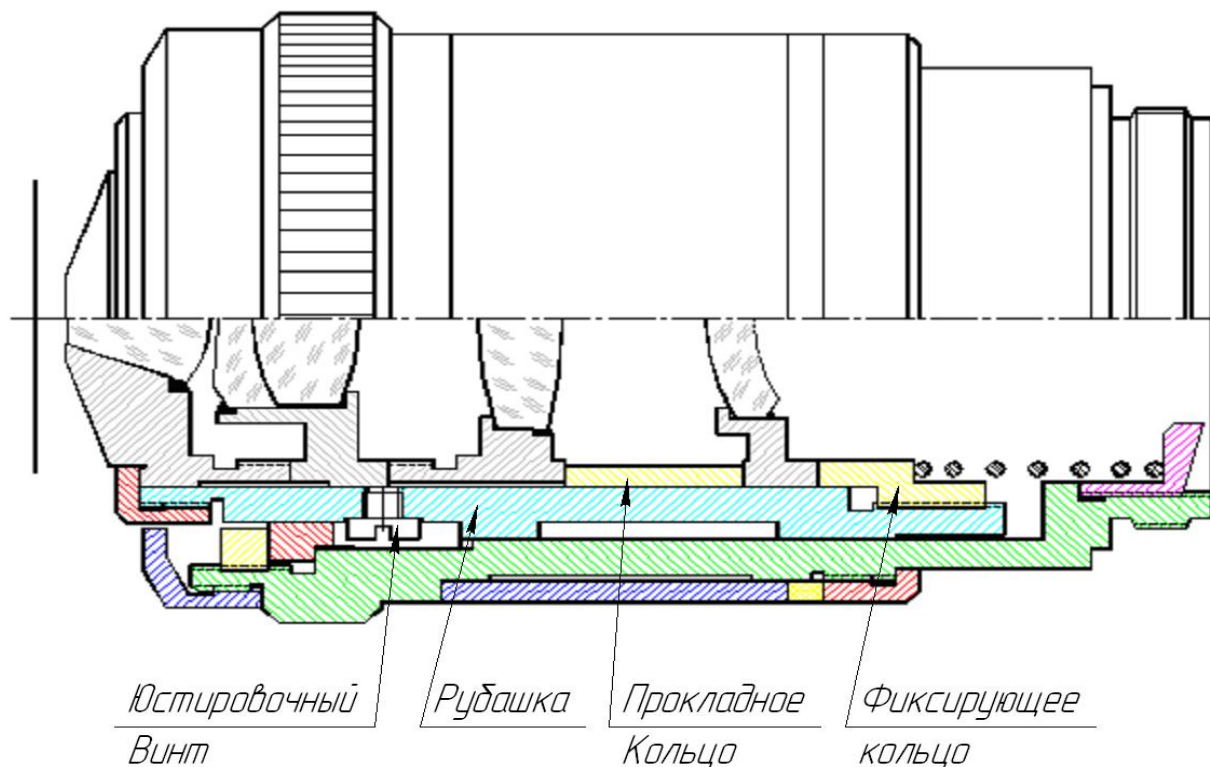


Рис. 7. Сборочный эскиз микрообъектива

- е) Ручная и/или автоматическая юстировка с помощью изображения дифракционной точки при сборке микрообъективов
- ф) Окончательная сборка микрообъектива и адаптация его к револьверному механизму (согласование оптической и механической осей).
- г) Адаптивно-селективная сборка револьверной головки и микрообъективов различных увеличений.

Целостная концепция адаптивно-селективной сборки микрообъективов с револьверными головками в производстве микроскопов представлена в работе Орловой, Цохера и Линькова.⁶⁾ Рабочие шаги ф) и г) должны быть обдуманы в соответствии с выводами по данной работе.

Для контроля и юстировки микрообъективов в ИТМО под руководством проф. Латыева протестирован макет (рис. 8), принцип действия которого может быть использован.

В Steinbeiss-Zentrum Ильменау под руководством проф. Linß создана универсальная система обработки изображений, которая может использоваться совместно с системой x,y-позиционирования для реализации этого принципа на рабочих станциях сборочной ячейки.

Адаптация программного обеспечения производится пользователем в зависимости от решаемой задачи и применяемого оборудования.

Мобильный, универсальный промежуточный накопитель может быть реализован фирмой TETRA GmbH на основе концепции, созданной под

руководством доктора Цохера. Описание АСМ-ячейки сборочной лаборатории «Якорь-крыльчатка» в ТУ Ильменау, приведённое в третьей главе, даёт представление о концепции гибкой сборочной ячейки и закладывает базу для первой реализации. Необходимо учитывать также такие параметры, как постоянство снабжения лаборатории электричеством, сжатым воздухом, водой, и т. д., а также обеспечение гасящего вибрации фундамента, постоянство температуры, отсутствие пыли, освещение, наличие проектора с экраном.

В прил. 1 приведены актуальные темы совместных работ научных руководителей ИТМО, специалистов (дипломантов и аспирантов) и партнёров в ТУ Ильменау.

5. Заключительные примечания и рабочие этапы.

Предложенные соображения являются основой для дальнейшей дискуссионной разработки концепции лаборатории «Гибкой сборки / Адаптивно-селективной сборки» для кафедры Технологии приборостроения СПбГУИТМО. Дальнейшее уточнение структуры рабочих станций должно быть произведено в ближайшие 3 месяца. При этом возможно сокращение структуры. Ответственный преподаватель ВУЗа (с кафедры ТПС) должен вместе с инженером, ответственным за лабораторию, координировать и контролировать все необходимые действия. Дипломные работы студентов ИТМО должны проводиться только под целенаправленным руководством научных руководителей на всех задействованных кафедрах и должны приносить существенные результаты.



Рис. 8: Макет для юстировки микрообъективов (А. Воронин)⁷⁾

Здесь представлен план дальнейших работ на следующие месяцы:

- I. 01.07. – 30.09.2007: Уточнение заданий с учётом имеющихся материально-технической и персональной основы для реализации проекта
- 1.1 Соображения о лабораторной концепции
Т.: 23.07.2007 V.: Dr. Zocher
- 1.2 Доработка технического задания
Т.: 31.08.2007 V.: Dr. Padun
- 1.3 Выдача заданий на дипломные работы и тем для аспирантов
Т.: 01.09.2007 V.: рук. кафедр
- 1.4 Совещание всех участников, включая Dr. Zocher
- 1.5 Т.: Середина сентября V.: рук. кафедр
- II. 01.09. – 30.12.2007: Заказ основной части оборудования и уточнение тем (проектных, дипломных, исследовательских, ...), 15.11.2007
- 2.1 Письменный предварительный отчёт по рабочим темам
Т.: 15.11.2007 V.: докладчик
- 2.2 Заказ оборудования
Т.: 20.11.2007 V.: Dr.Padun / лаб. инженер
- III. 01.01. – 30.06.2008: Реализация, последовательный ввод в эксплуатацию и тестирование отдельных станций ASM-ячейки
- IV. 01.07. – 31.12.2008: Накопление опыта и выводы для дальнейшего развития лаборатории

-
- ¹⁾ *Zocher, K.-P.:* Adaptive und Selektive Montage in der flexiblen Fertigung. Informationsmaterial TU Ilmenau, Februar 2002 (11 Seiten)
- ²⁾ Notiz vom 02.07.07 zur Beratung bei ‚mrb automation GmbH Ilmenau‘ am 20.06.2007 (Teilnehmer Prof. Theska, Dr. Zocher, Prof. Valetov, DI Tabachkov)
- ³⁾ *Zocher, K.-P.; Grabow, J., Szczesny, D.:* Unwuchtkompensation durch Adaptive und Selektive Montage (ASM). In: 41. IWK TU Ilmenau 1996, Band 1– Vortragsreihe Produktionstechnik, S.323-328
- ⁴⁾ Vereinbarung ITMO – Fokus – TUI und Vertrag Fokus – TU Ilmenau
- ⁵⁾ *Padun, B.S.:* Техническое задание на разработку учебно-научной лаборатории автоматизации сборки оптических изделий и узлов, Manuskript vom 17.07.07 (21 Seiten)
- ⁶⁾ *Orlova, A.A.; Zocher, K.-P.; Linkov, A.E.:* Adaptive und Selektive Montage in der Revolvermikroskopfertigung. In: 50. IWK TU Ilmenau 2005, Vortragsreihe 12 – Entwicklung der modernen Fabrik
- ⁷⁾ *Voronin, A.; Nedotsuka, G.:* Операции, необходимые при сборке микрообъективов, Manuskript vom 19.07.07 (12 Seiten)

Литература:

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1983.
2. Handbook of optics, 1996, The McGraw-Hill Companies, Inc, USA.
3. Технические Условия на микрообъективы (ТУ 3-3.870-83).
4. Die technische Optik, 1993, Martin
5. Zocher, K.-P.: Adaptive und Selektive Montage in der flexiblen Fertigung. Informationsmaterial TU Ilmenau, Februar 2002
6. Zocher, K.-P.; Grabow, J., Szczesny, D. Unwuchtkompensation durch Adaptive und Selektive Montage (ASM). In: 41. IWK TU Ilmenau 1996, Band 1–Vortragsreihe Produktionstechnik, с.323-328
7. Orlova, A.A.; Zocher, K.-P.; Linkov, A.E.: Adaptive und Selektive Montage in der Revolvermikroskopfertigung. In: 50. IWK TU Ilmenau 2005, Vortragsreihe 12 – Entwicklung der modernen Fabrik