

**О МОДЕРНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРИЙ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ  
ДЛЯ РЕМОНТНОГО ХОЗЯЙСТВА**  
**To the question of modernization of laboratories of analytical control for repairing economy**

**А. В. Гаврилюк**, начальник лаборатории ОАО «Уралтрансмаш»,  
(Екатеринбург, ул. Фронтовых бригад, 31)

**С. А. Тютюков**, доктор технических наук, доцент НОЧУ  
«Институт дополнительного профессионального образования работников здравоохранения»  
(Екатеринбург, ул. Онежская, 6а),

**Аннотация**

Предложена поэтапная методика определения рациональных вариантов модернизации заводских лабораторий. Представлены результаты реализации методики. Показано, что время проведения анализов после модернизации лаборатории уменьшилось в 2,5 раза, стоимость расходных материалов – в 6 раз. Количество отклонений практически по всем элементам сократилось в 1,5–18 раз.

**Ключевые слова:** модернизация, аналитическая лаборатория, спектрометр, расходные материалы, отклонение по химическому составу.

**Summary**

There is proposed a phased technique of definition of rational modernization options of factory laboratories. The are given the results of methodology implementation. It is shown that after laboratory modernization time for analyzes decreased by 2.5 times, the cost of consumables decreased by 6 times. Number of deviations in almost all elements decreased by 1.5–18 times.

**Keywords:** modernization, analytical laboratory, spectrometer, consumable, difference from chemical composition.

Ремонтные подразделения необходимы в любой отрасли хозяйственного комплекса страны. Соответственно, опыт реконструкции лабораторий аналитического контроля в машиностроении, безусловно, полезен и для других отраслей. К основным недостаткам в работе заводских лабораторий машиностроительных предприятий относятся: морально и физически устаревшее аналитическое и испытательное оборудование и оборудование для пробоподготовки; слабая обеспеченность заводских лабораторий нормативно-технической документацией и средствами контроля качества металлопродукции; низкий уровень автоматизации и механизации основных операций; нерешенность проблемы повышения квалификации инженерно-технического персонала лабораторий и др. В то же время повышение качества отливок в литейном производстве машиностроительных предприятий позволяет повысить долговечность выпускаемых деталей и уменьшить затраты на их механическую обработку и т. п.

Повышение качества проведения экспресс-анализа (ЭА) отливок в условиях заводских лабораторий машиностроительных предприятий в большинстве случаев требует модернизации лабораторий и устранения перечисленных ранее недостатков.

С учетом конкретных лабораторий предприятия поиск рационального варианта модернизации целесообразно вести, придерживаясь следующего алгоритма:

1. Определение основных показателей работы действующей заводской лаборатории и выявление на основе данных анализа лимитирующих звеньев контроля качества. На этом этапе

собирается возможно более полная информация о работе заводской лаборатории (обязательно в количественном выражении) и оценивается перспективность действующих методов проведения испытаний (их точность, массогабаритные параметры, ремонтпригодность, трудоемкость операций и т. п.).

2. Выбор перспективного варианта оборудования в соответствии с передовым опытом лабораторий аналитического контроля на основе следующих принципов: последовательности (работа заводской лаборатории не должна прерываться); блочности и унификации (однотипное оборудование концентрируется по возможности в одном помещении); перспективности оборудования и методов; снижения трудоемкости и вредности операций; максимальной загрузки оборудования; совмещения функций лабораторных установок; минимальных затрат на приобретение.

3. Экономическое обоснование оптимального варианта модернизации. Определяются технико-экономические показатели по разработанным вариантам реконструкции заводской лаборатории, вычисляются капитальные и эксплуатационные затраты, проводится сравнение с исходным положением и аналогом.

4. Аккредитация заводской лаборатории.

В соответствии с предложенной методикой, нами в 2011 г. проведена предпроектная проработка модернизации экспресс-химико-спектральной лаборатории (ЭХСЛ) ОАО «Уральский завод транспортного машиностроения». До модернизации анализировалось до 120 проб сплавов из черных и цветных металлов в сутки.

При этом до модернизации использовалось следующее аналитическое оборудование: спектрометр оптико-эмиссионный ДФС-51, спектральный метод, 1992 г. в. (ЛОМО, г. Санкт-Петербург); экспресс-анализатор АН-7529М, кулонометрический метод определения углерода, 2002 г. в. (РУП «Гомельский завод измерительных приборов», Белоруссия, г. Гомель); экспресс-анализатор АС-7932М, кулонометрический метод определения серы, 2005 г. в. (РУП «Гомельский завод измерительных приборов», Белоруссия, г. Гомель).

Результаты оценки средних затрат времени на подготовку проб и проведение анализа по ходу одной плавки (6 экспресс-анализов по ходу плавки и 3 ковшевых анализа) до модернизации ЭХСЛ приведены в табл. 1.

Основная часть расходных материалов, требуемых для проведения аналитического контроля до модернизации ЭХСЛ, отражена в табл. 2.

В 2011 г. в ЭХСЛ был приобретен оптико-эмиссионный спектрометр *Solaris CCD Plus*, 2011 г. в. (*GNR*, Италия).

Результаты оценки средних затрат времени на подготовку проб и проведение анализа по ходу одной плавки (4 экспресс-анализа по ходу плавки и 1 ковшевой анализ) после модернизации ЭХСЛ также приведены в табл. 1. Как видно, среднее время, затрачиваемое на проведение анализов по ходу одной плавки, сократилось со 125 минут до 50 минут, т. е. в 2,5 раза.

Перечень основных расходных материалов, требуемых для проведения аналитического контроля после модернизации ЭХСЛ, представлен в табл. 2. Их годовая стоимость снизилась примерно на 38 % от стоимости приобретенного оборудования (табл. 2).

Показатели, упомянутые в табл. 1 и табл. 2, не в полной мере отражают положительные итоги модернизации. В связи с этим были проанализированы представительные массивы по 500 плавок стали марки 20ГЛ до модернизации и после модернизации. Проведен анализ влияния повышения качества аналитического контроля на величину брака по отклонению химического состава выплавляемой стали от требуемого по ГОСТ 22703-2012 «Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Общие технические

условия». Количество отклонений по всем элементам кроме хрома уменьшилось. Вероятная причина роста числа отклонений по хрому не связана с методикой его определения, а обусловлена вопросами качества поставляемого в цех металлелома.

Таким образом, капитальные затраты на приобретение и монтаж спектрометра *Solaris CCD Plus* окупятся к середине 2014 г. (только за счет сокращения расхода материалов в лаборатории). При этом количество отливок, бракуемых по непопаданию сталеваров в заданный химический состав, после модернизации уменьшилось в два раза. Соответственно, снижаются затраты энергии и ресурсов на вторичный переплав возвратных отходов (забракованных отливок с литниками и прибылями).

Таблица 1

**Результаты оценки продолжительности этапов анализа**

Номер проб металла по ходу плавки и метод анализа	До модернизации ЭХСЛ				После модернизации ЭХСЛ			
	$n_{эл}$	$t_{пр}$	$t_{ан}$	$t_{общ}$	$n_{эл}$	$t_{пр}$	$t_{ан}$	$t_{общ}$
1-й ЭА, спектральный	9	5	6	11	11	5	5	10
1-й ЭА, кулонометрический	1 (S)	6	10	16	–	–	–	–
2-й ЭА, спектральный	–	–	–	–	11	5	5	10
2-й ЭА, кулонометрический	1 (C)	6	10	16	–	–	–	–
3-ий ЭА, спектральный	–	–	–	–	11	5	5	10
3-ий ЭА, кулонометрический	1 (C)	6	10	16	–	–	–	–
4-й ЭА, спектральный	8	5	6	11	11	5	5	10
4-й ЭА, кулонометрический	1 (C)	6	10	16	–	–	–	–
КА, спектральный	8	5	6	11	11	5	5	10
КА, кулонометрический	2 (C, S)	8	20	28	–	–	–	–
<b>Итого: минимальные затраты времени в среднем</b>		<b>47</b>	<b>78</b>	<b>125</b>		<b>25</b>	<b>25</b>	<b>50</b>

Условные обозначения:

ЭА – экспресс-анализ;

КА – ковшевой анализ;

C – углерод;

S – сера;

$n_{эл}$  – количество элементов, определяемых одновременно данным методом, шт.;

$t_{пр}$  – время, затрачиваемое на пробоподготовку данным методом, мин;

$t_{ан}$  – время, затрачиваемое на проведение анализа данным методом, мин;

$t_{общ}$  – время, затрачиваемое на пробоподготовку и проведение анализа данным методом, мин.

Примечание:

1. Пробоподготовка включает следующие операции: при спектральном методе анализа – заточку пробы на плоскость и шлифовки поверхности пробы; при кулонометрическом методе анализа – взятие стружки сверлением и взятие навесок 0,5 г.

2. Затраты времени на проведение анализов указаны для трех параллельных определений.

## Расходные материалы, необходимые для проведения анализов в течение года

Расходный материал	До модернизации ЭХСЛ	После модернизации ЭХСЛ
1. Аргон высокой чистоты	120 баллонов	30 баллонов
2. Кислород технический	190 баллонов	не требуется
3. Лодочки для сжигания	20 000 шт.	не требуются
4. Барий хлористый	500 г	не требуется
5. Калий железистосинеродистый	5 кг	не требуется
6. Калий хлористый	15 кг	не требуется
7. Кислота борная, орто	150 г	не требуется
8. Кислота соляная, стандарт титр	4 ампулы	не требуется
9. Олово гранулированное	6 кг	не требуется
10. Перекись водорода	300 мл	не требуется
11. Стронций хлористый	10 кг	не требуется
12. Ангидрон (магний безводный)	500 г	не требуется
13. Аскарит	1 кг	не требуется
14. Вата	1 кг	не требуется
15. Вода дистиллированная	200 л	не требуется
16. Охлаждающая вода	2 500 000 л	не требуется
17. Нагреватели	20 шт.	не требуются
18. Цинковые пластины	30 шт.	не требуются
19. Электроды	6 шт.	не требуются
20. Электроэнергия	90 000 кВт/ч	15 000 кВт/ч
21. Стандартные образцы (стружка)	1 кг	не требуются
22. Стандартные образцы (цилиндр)	300 г	150 г
Стоимость: в процентах от стоимости спектрометра <i>Solaris CCD Plus</i>	около 44	около 6