

Разбор учебной задачи « ПЕРЕЛИВ КРАСКИ»

Часть1

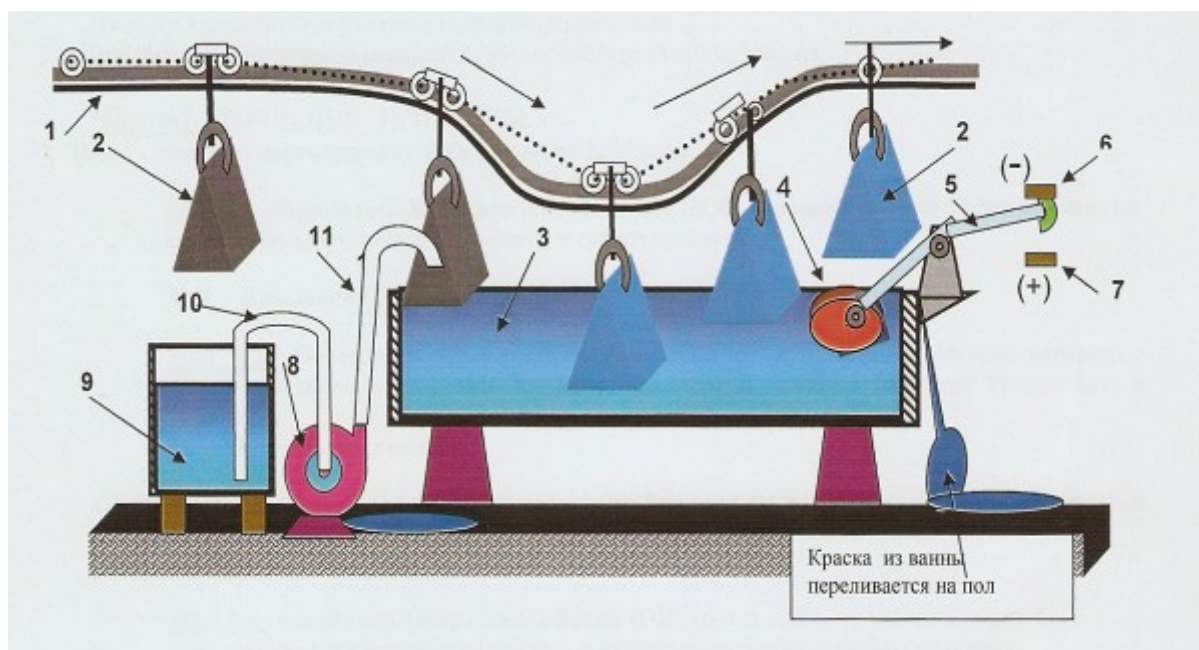
ПЕРВИЧНОЕ ОПИСАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПРОБЛЕМЫ

Цель: - Проверить достаточность информации по проблеме.

Шаг1.1. ПЕРВИЧНОЕ ОПИСАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ.

Составить в свободном изложении описание проблемы, используя основные категории физического мира - СОБЫТИЕ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ и ВЗАИМОСВЯЗЬ. В описании должна быть точная и достоверная информация о том: Что происходит , Где происходит , Когда происходит , Почему происходит.

На заводе производится окраска металлических изделий методом их окунания в ванну с краской. По монорельсу 1 перемещаются изделия 2, которые нужно покрасить. Над ванной 3 изделия опускается и окунается в краску, а затем поступает в сушильную камеру. (На рисунке не показана). Уровень краски в ванне контролируется поплавком 4 рычаг 5 которого взаимодействует с кнопочными выключателями 6 и 7. По мере расходования краски, поплавок 4 опускается, рычаг 5 нажимает на выключатель 6, который включает насос 8 и краска из бочки 9, по всасывающему патрубку 10 и по наливному патрубку 11 подается в ванну 3. При достижении крайнего верхнего уровня краски в ванне, поплавок 4 поднимается, рычаг 5 нажимает на кнопочный выключатель 7, который останавливает насос 8. Далее процесс повторяется.



Недостатком системы является то, что поплавков, с течением времени обрастает засохшей краской, теряет плавучесть и тонет. В этом случае насос подачи краски остается постоянно включенным, ванна переполняется и краска выливается на пол. Как быть?

Можно было бы включить насос на постоянную дозированную подачу краски, в соответствии с ее расходом, но детали имеют самую различную форму и площадь, поэтому расход краски так же не постоянен. Можно было бы увеличить объем ванны, чтобы краски хватило на всю рабочую смену, но нет места для установки такой ванны. И вообще, все решения связанные с остановкой окрасочной линии более чем на 3 часа заказчиком не принимались. Он желал чтобы в конструкции ванны ничего не изменялось, но чтобы перелива краски не происходило. Что вы предложите?

ШАГ 1.2. ФУНКЦИЯ СИСТЕМЫ

Определить назначение (физическую функцию) системы в которой возникли недостатки. Записать:- **«Система предназначена для ... (указать физическую (!) функцию рассматриваемой системы).»**

Система предназначена для включения и отключения насоса.

ШАГ 1.3. ФОРМУЛА ПРОБЛЕМЫ

Составить в виде одного предложения словесную формулу (матрицу) проблемы. В этом предложении должны быть ответы на вопросы: - **« КОГДА происходит?» «ГДЕ происходит?» «ЧТО происходит?»**

ПОСТРОЕНИЕ СЛОВЕСНОЙ ФОРМУЛЫ: -

«В СИСТЕМЕ ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ включения и отключения насоса ВО ВРЕМЯ измерения на поверхности поплавок ПРОИСХОДИТ засыхание краски, он тяжелеет и тонет».

УТОЧНЕННАЯ ФОРМУЛА В СООТВЕТСТВИИ С ШАГОМ 3.6. —

В СИСТЕМЕ предназначенной для включения и отключения насоса ВО ВРЕМЯ когда поплавок находится НА поверхности краски на нем ПРОИСХОДИТ засыхание краски»

ЧАСТЬ 2

ПРОВЕРКА ПРОБЛЕМЫ НА ЛОЖНОСТЬ И САМОУСТРАНЕНИЕ

Цель: - Определить необходимость решения проблемы.

Все шаги по данной части показали необходимость решения проблемы.

ЧАСТЬ 3

УТОЧНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Цель: - Выявить первопричину возникновения проблемы.

ШАГ 3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ЯВЛЕНИЯ.

Определить Нежелательное Явление (Н.Я.) используя для этого всего два или три слова, в число которых входят глагол и существительное.

Н.Я. — Засыхание краски на поплавке

Пояснение. В силу эффекта смачивания краска поднимается по поверхности поплавка и испаряется. Причем испаряется только растворитель, а сухой пигмент краски остается на поплавке. Явление происходит многократно и с течением времени на поплавке образуется достаточно толстый и тяжелый слой пигмента. Поплавок становится тяжелым и теряет плавучесть.

ШАГ 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЫ

Определить Оперативную Зону (ОЗ), то есть найти в системе конкретное физическое место (узел, деталь, элемент), где впервые начинает возникать Нежелательное Явление.

О.З.- Поверхность поплавка

ШАГ 3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА.

Определить Нежелательный Элемент (Н.Э.), то есть тот элемент, который является причиной возникновения Нежелательного Явления или допускает его.

Н.Э. - Краска

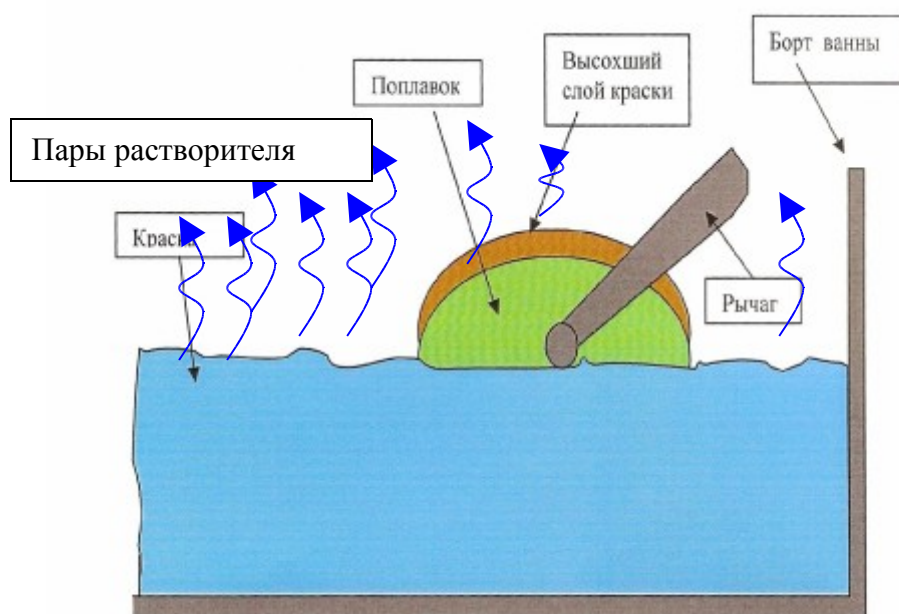
ШАГ 3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ВРЕМЕНИ.

Определить Оперативное Время (ОВ), то есть найти ту технологическую операцию или тот физический процесс в момент выполнения которых возникает Нежелательное Явление.

О.В. - Когда поплавок плавает в краске

ШАГ 3.5. РИСУНОК ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЫ.

Подробно(!), с указанием всех имеющихся элементов и в максимально крупном масштабе, изобразить на рисунке Оперативную Зону (шаг 3.2), Нежелательное Явление (шаг 3.1), которое происходит в Оперативное Время (шаг 3.4.) и Нежелательный элемент (шаг 3.3.)



ШАГ 3.6. УТОЧНЕНИЕ ФОРМУЛЫ ПРОБЛЕМЫ.

Используя информацию, полученную в шагах 3.1. — 3.5., составить новую формулу (матрицу) проблемы по нижеприведенной схеме: -

В СИСТЕМЕ ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ.. (Из шага 1.2. указывается функция.)

ВО ВРЕМЯ ... (Из шага 3.4 указывается технологическая операция или физический процесс.)

В или **НА ...** (Из шага 3.2, указывается место.)

ПРОИСХОДИТ ... (Из шага 3.1. указывается нежелательное явление)

Ответ на шаг 3.6.

В СИСТЕМЕ ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ включения и отключения насоса

ВО ВРЕМЯ плавания поплавка в краске

НА поверхности поплавка

ПРОИСХОДИТ засыхание краски

Сравнить варианты формул. Оставить в шаге 1.3. тот вариант формулы проблемы, который в наибольшей степени соответствует действительности.

Произошло уточнение. В шаг 1.3. внесены поправки

ЧАСТЬ 4

АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВЕННО - ПОЛЕВЫХ РЕСУРСОВ

Цель: - Выявить ресурсы для решения проблемы.

ШАГ 4.1. РЕСУРСЫ В ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЕ.

Используя рисунок (шаг 3.5.) определить и записать **вещества и их поля**, которые имеются В ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЕ (шаг 3.2) И В ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ (шаг 3.4).

- **Поплавок**, имеющий механическое поле движения вверх или вниз.
- **Засохший слой краски** на поплавке, имеющий вес и поле адгезии.
- **Пары растворителя** краски имеющие поле растворения.
- **Верхний слой краски** в ванне, имеющий механическую энергию подъема и опускания своего уровня и поле растворения.
- **Воздух**, имеющий атмосферное давление и перепады температуры.
- **Фоновые поля** — вибрация от работы монорельса, насоса и других механизмов цеха окраски.

ШАГ 4.2. ПРИЛЕГАЮЩИЕ РЕСУРСЫ.

Определить и записать ВЕЩЕСТВА И ПОЛЯ ПРИЛЕГАЮЩИЕ К ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЕ (шаг 3.2.) в оперативное время (шаг 3.4.).

- **Краска в ванне**, имеет вес, гидростатическое давление, поле испарения и растворения.
- **Рычаг поплавка** имеет механическое движение вверх или вниз.
- **Ванна (борта и днище)** имеет механические напряжения от массы краски, собственные и вынужденные механические колебания. .
- **Воздух**, имеет атмосферное давление и перепады температуры.

ШАГ 4.3. РЕСУРСЫ НАДСИСТЕМЫ.

Определить и записать ВЕЩЕСТВА И ПОЛЯ БЛИЖАЙШИХ I-ИДСИСТЕМ имеющиеся во время оперативного времени и до оперативного времени.

- **Окрашиваемая деталь**, имеющая массу и механическое поле движения, гравитационное поле (массу), собственные колебания.
- **Выключатель**, имеющий электрическое поле.
- **Монорельс** с подвесками имеющий механическое поле движения.
- **Наливной патрубок**, периодически имеющий краску под давлением.
- **Насос**, имеющий электрическое поле, механическое поле вращения и вибрацию.
- **Бочка** с краской имеющая поле гравитации (массу)
- **Воздух**, имеющий атмосферное давление и перепады температуры.

ШАГ 4.4. ТАБЛИЦА РЕСУРСОВ.

Используя данные, полученные в шагах 4.1., 4.2., 4.3. составить и заполнить Таблицу Ресурсов с указанием следующих данных:

ВИД РЕСУРСА - Вредный, Нейтральный, Полезный.

КОЛИЧЕСТВО РЕСУРСА — Незначительное, Значительное, Избыточное.

ВИД ПОЛЯ (энергии) У РЕСУРСА — Механическое, Акустическое, Тепловое и другие. (Список полей и их разновидностей смотрите в приложении № 8)

ВРЕМЯ ПРИСУТСТВИЯ РЕСУРСА - Всегда или не всегда присутствует в Оперативное Время

ВЕЛИЧИНА ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ РЕСУРСА - Большая, Средняя, Малая.

Примечание7. В таблице на первое место ставится Нежелательный Элемент (См. шаг 3.3), затем заносятся Вредные, Нейтральные и Полезные ресурсы.

Вредные ресурсы это вещества и поля порождающие Нежелательное Явление (шаг3.1)

Нейтральные ресурсы — это вещества и поля не участвующие в технологическом процессе.

Полезные ресурсы — это вещества и поля, обеспечивающие выполнение технологического процесса.

№1 ТАБЛИЦА РЕСУРСОВ

№	Наименование ресурса (вещественного или полевого)	Вид ресурса	Количество	Вид поля у вещества и свойства вещества	Время присутствия	Энергонасыщенность
Ресурсы имеющиеся в оперативной зоне						
1	Верхний слой краски в ванне	Вредный	незначительное	Механич. движение вверх и вниз, испарение, растворение, понижение температуры	Всегда	Низкая
2	Воздух	Нейтраль	Значительное	Атмосф. давление, температура	Всегда	Средняя
3	Поплавок	Полезный	Незначительное	Мех Поле движения	Всегда	Низкая
4	Пары краски	Вредные	Значительное	Поле растворения	Всегда	Низкая
Ресурсы примыкающие к оперативной зоне						
1	Краска в ванне	Вредный	Избыточное	Гравитация (вес), гидростат. давление, растворение	Всегда	Высокая
2	Струя краски из наливного патрубока	Вредный	Значительное	Гидродинамическое давление, растворение	Не всегда	Средняя
3	Ванна (борта и днище)	Нейтральный	Значительное	Мех. напряжения, вибрация, вес.	Всегда	Высокая
4	Воздух	Нейтральный	Избыточное	Атмосф.давление, температера	Всегда	Средняя
5	Рычаг поплавка	Полезный	Незначительное	Мех. движение	Не всегда	Низкая
Ресурсы ближайших надсистем						
1	Деталь	Нейтральный	Значительное	Мех. движение	Не всегда	Высокая
2	Подвеска монорельса	Полезный	Значительное	Мех.движение, вибрация	Всегда	Высокая
3	Насос	Полезный	Не значительн.	Электрич.поле, механическ. поле	Не всегда	Высокая
4	Бочка с краской	Полезный и Нейтральный	Среднее	Масса гравитация	Всегда	Средняя
5	Выключатель	Полезный	Не значительн.	Эл. поле	Всегда	Низкая

ШАГ 4.5. ВЫБОР ПРИОРИТЕТНЫХ РЕСУРСОВ

Выбрать из таблицы №1 приоритетные ресурсы и составить их список

Приоритетность ресурса определяется:

ПО ВИДУ — Приоритет имеет вредный ресурс, затем нейтральный и полезный.

ПО ВРЕМЕНИ ПРИСУТСТВИЯ — Приоритет имеет ресурс постоянно присутствующий в Оперативной Зоне в Оперативное Время.

ПО ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ — Приоритет имеет ресурс, обладающий наибольшей энергией.

ПО КОЛИЧЕСТВУ — Приоритет имеет избыточный ресурс, затем достаточный и незначительный.

ПО ВИДУ ПОЛЯ — Приоритет имеет вредное поле, затем избыточное и полезное.

Вначале ресурсы ранжируются по виду, затем по времени присутствия в оперативной зоне, затем по энергонасыщенности, количеству и виду поля.

Отобранные приоритетные ресурсы.

РЕСУРСЫ ОПЕРАТИВНОЙ ЗОНЫ

№1 Верхний слой краски. Имеет свойство смачивать, испаряться, растворять и менять (понижать) температуру при испарении¹.

РЕСУРСЫ ПРИМЫКАЮЩЕЙ ЗОНЫ

№2 - Струя краски выходящая из наливного патрубка. Имеет гидродинамическое давление, свойство испаряться, смачивать и растворять.

№3 - Краска в ванне. Имеет массу, гидростатическое давление, свойство смачивать, испаряться, растворять

№4 - Корпус ванны (борта и днище). Имеет массу, механические напряжения в металле, собственные колебания, вынужденные колебания.

РЕСУРСЫ НАДСИСТЕМЫ

Не применяются, потому что по исходным требованиям, которые указаны в описании проблемы (см. шаг 1.1.). остановка линии более чем на три часа не допускается. Изменения в надсистеме неизбежно потребует длительной остановки линии окраски.

Всего выбрано четыре ресурса с использованием каждого из них будет составлен ряд задач.

ЧАСТЬ 5

¹ Из физики известно, что любое вещество переходя из жидкого состояние в газообразное теряет свою тепловую энергию и поэтому его температура понижается. Большинство красок содержат растворитель, который на воздухе интенсивно испаряется и поэтому верхний слой краски понижает свою температуру.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ С ПОЗИЦИИ ИКР

Цель:- Составить формализованные тексты задач (Идеальный Конечный Результат).

Шаг 5.1. СОСТАВЛЕНИЕ ИДЕАЛЬНОГО КОНЕЧНОГО РЕЗУЛЬТАТА.- ИКР.

Составить тексты задач в виде формулировок Идеального Конечного Результата - ИКР, с использованием приоритетных ресурсов отобранных в шаге 4.5. Каждой задаче дать свой номер. Тексты задач составляются по следующим вариантам:

Вариант 1.

«**ЭЛЕМЕНТ** (указать приоритетный ресурс из шага 4.5.) **ИСПОЛЬЗУЯ** (указать имеющиеся у него поле, свойство), **НЕ ДОПУСКАЕТ** (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)»

Вариант 2.

«**ЭЛЕМЕНТ** (указать приоритетный ресурс из шага 4.5.) **ИСПОЛЬЗУЯ** (указать имеющиеся у него поле, свойство), **ВЫПОЛНЯЕТ ИЛИ СОДЕЙСТВУЕТ ВЫПОЛНЕНИЮ** (указать функцию системы из шага 1.2.) **И НЕ ДОПУСКАЕТ** (указать Нежелательное Явление из шага 3.1)»

При разборе данной проблемы задачи были составлены по двум вариантам. Из них оставлены те, которые дали лучший результат.

Используя все имеющиеся ресурсы по двум вариантам составлено более 20 задач. В учебных целях приведены только те из них, которые дали положительный результат

Задача №1 по варианту 1 (Использование верхнего слоя краски)

«Верхний слой краски, используя свою способность испаряться, не допускает засыхание краски на поплавке».

Задача № 2 по варианту 1 (Использование краски выходящей из наливного патрубка.)

«Струя краски, выходя из патрубка и используя свое давление и свойство растворять, не допускает засыхание краски на поплавке»

Задача № 3 по варианту 2 (Использование веса краски находящейся в ванне)

«Краска, используя свой вес, включает и выключает насос»

Задача № 4 по варианту 2 (Использование гидростатического давления краски находящейся в ванне)

«Краска, используя свое гидростатическое давление, включает и выключает насос»

Задача № 5 по варианту 2 (использование механических напряжений в корпусе ванны)

«Ванна, используя, возникающие в ней механические напряжения, включает и выключает насос»

Задача №.6 по варианту 2 (использование собственных колебаний корпуса ванны)

«Ванна используя, возникающие в ней собственные механические колебания, включает и выключает насос»

Задача 3 7 по варианту 2 (использование понижения температуры верхнего слоя краски в результате испарения)

«Верхний слой краски, используя свое понижение температуры при испарении, включает и выключает насос»

Возможно формулирование еще ряда других задач при условии совместного использования двух и более ресурсов. Эти варианты формулирования задач в данном тексте не приводятся.

ШАГ 5.2. ВЫЯВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ С ПРОТИВОРЕЧИЯМИ

В каждой сформулированной задаче (шаг 5.1.) определить элемент, который не может выполнить требуемого действия потому, что испытывает противоречивые требования по своему физическому(!) состоянию. Сопоставить имеющиеся условия и новые требования.

Примечание 13.

Если в какой либо задаче нет элемента, который испытывает явные противоречивые требования по физическому состоянию, то для решения такой задачи не требуется алгоритм. Применяют обычные инженерные знания и известные способы. Для этого выявляют меняющийся параметр элемента и, используя известные в технике и технологии способы, получают нужный результат.

В задаче № 1

Текст задачи - *«Верхний слой краски, используя свою способность испаряться, не допускает засыхание краски на поплавке».*

Физическое противоречие испытывает ВЕРХНИЙ СЛОЙ КРАСКИ.

Пояснение

В соответствии с поставленными требованиями КРАСКА ДОЛЖНА ИСПАРЯТЬСЯ, потому что это ее физическое свойство, и, КРАСКА НЕ ДОЛЖНА ИСПАРЯТЬСЯ, чтобы не засыхать на поплавке и не утяжелять его.

В задаче № 2

Текст задачи.- *«Струя краски, выходя из патрубка и используя свое давление и свойство растворять, не допускает засыхание краски на поплавке.»*

Физическое противоречие испытывает СТРУЯ КРАСКИ.

Пояснение

В соответствии с поставленными требованиями СТРУЯ КРАСКИ ДОЛЖНА БЫТЬ БОЛЬШОЙ И ИМЕТЬ ДАВЛЕНИЕ потому, что подается насосом и СТРУЯ КРАСКИ НЕ ДОЛЖНА БЫТЬ БОЛЬШОЙ И ИМЕТЬ ДАВЛЕНИЕ потому, что направленная на поплавок она может мешать его работе или утопить его.

В задачах №№ 3,4,5,6,7 нет элементов которые испытывают явные и обостренных физические противоречия.

Поэтому все они, сформулированные с позиции идеальности, уже могут быть решены простым применением известных инженерных знаний.

В соответствии с рекомендациями, имеющимися в примечании №13, выбираем изменяемый параметр и используем его для достижения поставленной в задаче цели. Ниже приводятся возможные варианты решений, тех задач, в которых отсутствуют явные противоречия..

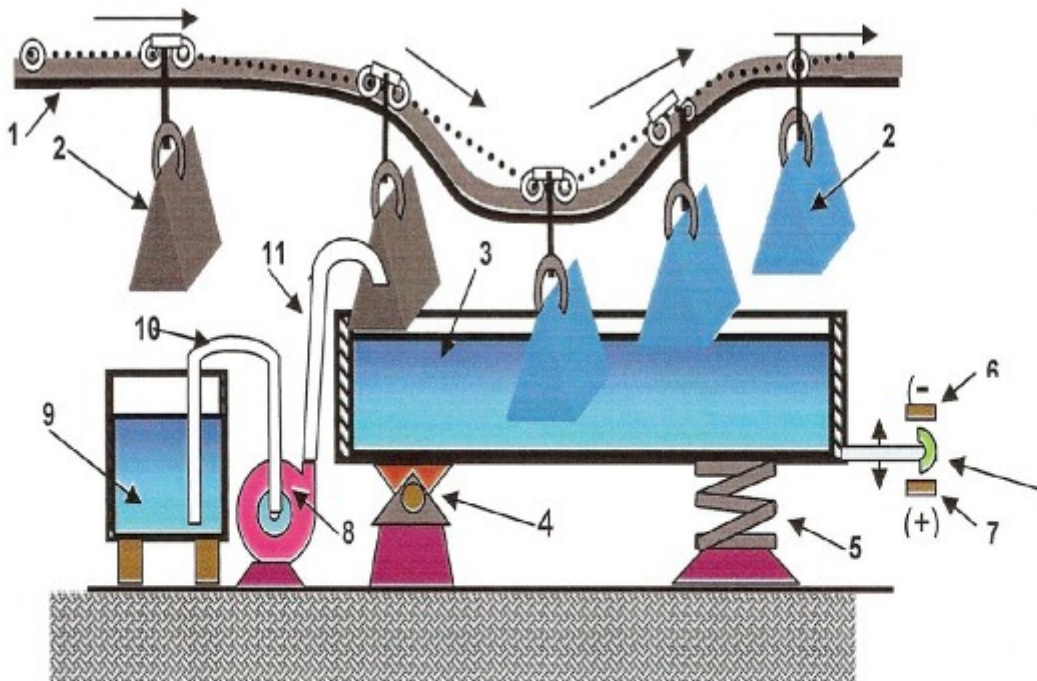
Задача № 3.

Текст задачи.- «Краска, используя свой вес, включает и выключает насос»

Явных противоречий нет. Решение очевидное – нужно измерять вес ванны и в зависимости от него включать или выключать насос.

Возможно несколько вариантов:

- Ванну устанавливают на пружинах (смотрите рисунок)
- Под ванну устанавливают рычаг с противовесом, который дает команду на включение и отключение насоса.
- Под ванну ставят весовые тензодатчики, которые выдают электрический сигнал в зависимости от массы ванны. И другие решения.



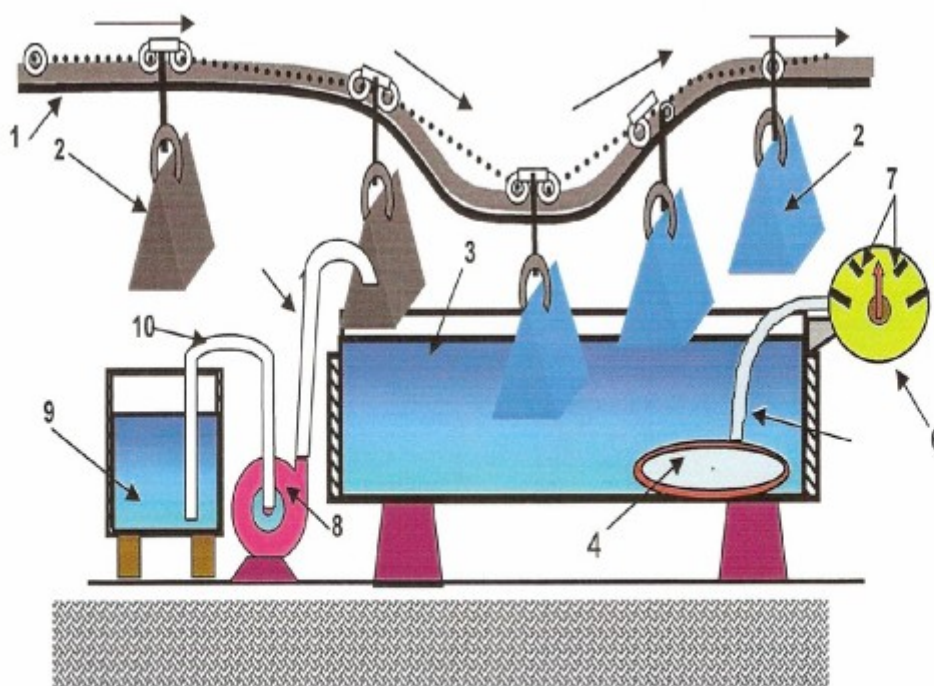
При уменьшении объема краски в ванне, пружина 5 расжимается, рычаг 12 нажимает на кнопку 6, насос 8 начинает закачивать краску в ванну. При заполнении ванны, пружина 5 сжимается, рычаг 12 нажимает на кнопку 7, насос останавливается. Вместо пружины может стоять весовой датчик стрижционного типа, у которого меняется электрическое сопротивление в зависимости от давления..

Однако, все предложенные решения не соответствуют условиям заказчика, так как для их внедрения потребуется внести большие изменения в конструкцию ванны и остановить работу окрасочной линии более чем на три часа.

Задача №4

Текст задачи.- «Краска, используя свое гидростатическое давление, включает или выключает насос»

Явных противоречий нет. Решение очевидно – нужно использовать изменение гидростатического давления краски в ванне, чтобы включать или выключать насос. Возможен следующий вариант - на дно ванны укладывают эластичную грушу полость которой заполнена жидкостью и, с помощью шланга, соединена с электроконтактным манометром. В зависимости от высоты столба краски, жидкость из груши будет вытесняться с различным давлением. Это давление воспринимается манометром, который включает или выключает насос



При уменьшении объема краски в ванне, давление в эластичном баллоне 4 понижается, электроманометр 6 включает насос 8. При увеличении объема краски в ванне давление в эластичном баллоне увеличивается, манометр 6 отключает насос.

Данное решение для своего внедрения не требует изменений в конструкции ванны и не требует остановки окрасочной линии.

По задаче №4 с использованием гидростатического давления краски возможны и другие решения.

Например, под действием веса краски меняется величина прогиба днища ванны. Чем больше краски в ванне, тем сильнее изгибается днище и наоборот. Изгиб может контролироваться различными устройствами и они могут выдавать сигнал на включение или отключение насоса.

Однако, если изгиб днища будет незначительным то замерить его с помощью простых устройств будет очень трудно или невозможно.

В этом случае выявляют физическое противоречие, которое испытывает днище. Оно будет следующим: –

Днище должно гнуться, чтобы была возможность измерять его деформацию и **днище не должно гнуться**, так как имеет очень жесткую конструкцию.

Такое противоречие разрешается в пространстве днища;

- **Все днище жесткое, но одна его часть не жесткая.**

Решение становится очевидным.

В днище вырезается небольшой люк, который перекрывается достаточно прочным резиновым листом.

Измеряя величину изгиба резинового листа, судят о количестве краски в ванне.

Для реализации решения можно применить уже имеющийся рычаг, который взаимодействует с кнопочными выключателями (см..рис. 1 деталь позиция 5) Один конец рычага прижимается к резиновому листу, другой – взаимодействует с кнопочными выключателями.

Решение достаточно простое и работоспособное. В виду простоты решения, рисунок не приводится.

Однако это решение не будет принято заказчиком потому, что для его внедрения потребуется внести изменения в конструкцию ванны, что запрещено, и, кроме того, потребуется остановить линию окраски на достаточно длительное время, что так же не желательно.

Задача №5

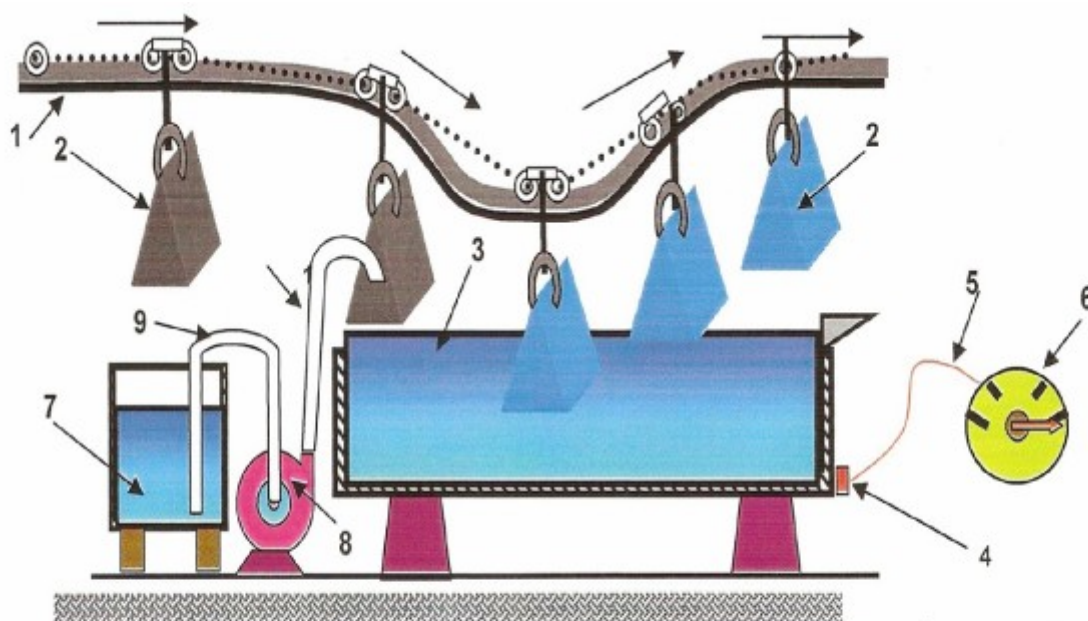
Текст задачи - «Ванна, используя, возникающие в ней механические напряжения, включает или выключает насос»

Явных противоречий нет. Решение очевидно – нужно использовать разность механических напряжений в металле ванны, которые возникают при нормальном и пониженном уровне краски.

Для определения механических напряжений в различных материалах широко используют различные тензодатчики.

В зависимости от уровня краски в ванне, в ее днище и бортах будут возникать различные механические напряжения. Установленные в этих местах тензодатчики механических напряжений будут выдавать различные показатели электрического сопротивления, которые можно использовать для включения или отключения насоса.

На рисунке представлено одно из возможных решений с использованием тензодатчика.



При уменьшении объема краски в ванне, механические напряжения в бортах ванны уменьшаются. Электрическое сопротивление тензодатчика 4 так же уменьшается. По этому сигналу миллиметр 6 включает насос 8. При увеличении количества краски, механические напряжения в бортах ванны возрастают и тензодатчик 4 увеличивает свое электрическое сопротивление, миллиметр 6 отключает насос 8.

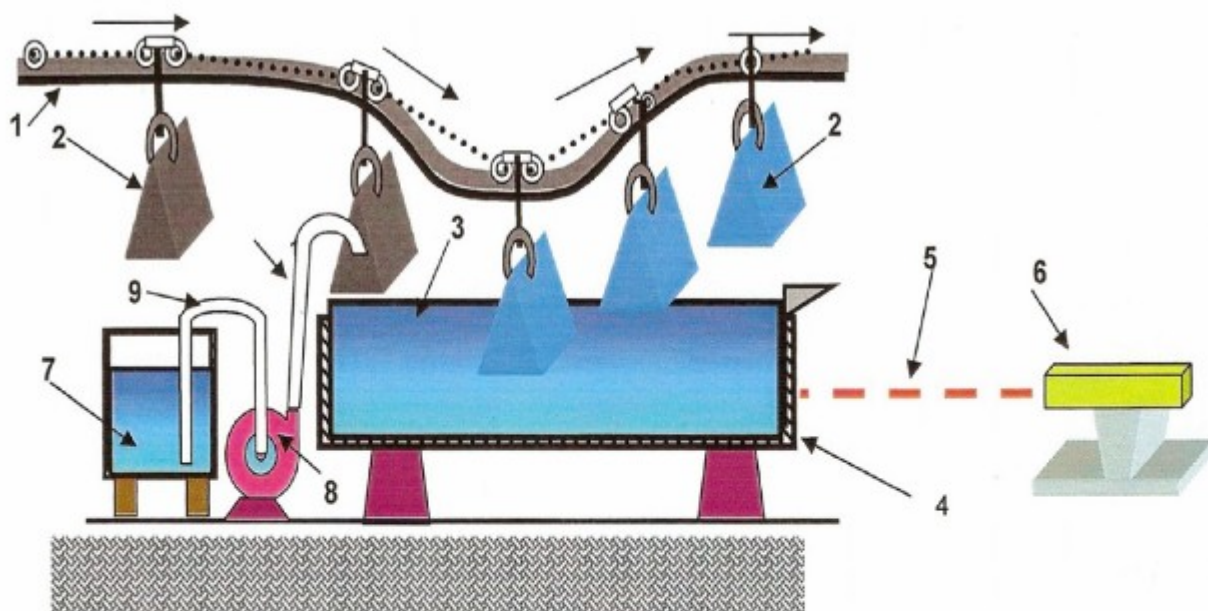
Решение вполне реальное и осуществимое даже в тех условиях, которые определил заказчик. Однако и оно имеет слабые стороны.

Не все тензодатчики могут устойчиво работать длительное время. Через некоторое время их необходимо менять и тестировать. Кроме того, тензодатчики могут иметь погрешности в зависимости от температуры окружающей среды. Все это накладывает серьезные ограничения на применение данного решения.

Задача № 6 *«Ванна, используя, возникающие в ней собственные механические колебания, включает и выключает насос»*

Явных противоречий нет. Решение очевидно – нужно использовать разность собственных колебаний ванны при нормальном и пониженном уровне краски. Для определения частоты собственных колебаний, каких либо конструкций, в промышленности широко применяются различные частотомеры — механические,

акустические, световые и другие.



При уменьшении объема краски 3 в ванне, собственные колебания корпуса 4 ванны меняются (частота колебаний уменьшается). Изменение частоты собственных колебаний регистрируется дистанционным оптическим частотомером 6, который и выдает сигнал на включение насоса. По мере наполнения ванны краской, частота собственных колебаний корпуса ванны вновь увеличиваются и оптический частотомер дает сигнал на отключение насоса.

Решение осуществимое в условиях, которые определил заказчик. Однако имеет слабые стороны. На собственные колебания ванны могут накладываться другие вынужденные колебания, которые возникают от проезжающих мимо внутрицехового транспорта, от работы тяжелых станков, расположенных в соседнем цехе и другие

помехи. Требуется достаточно сложная система фильтрации собственных колебаний ванны от вынужденных колебаний, которые создают внешние источники.

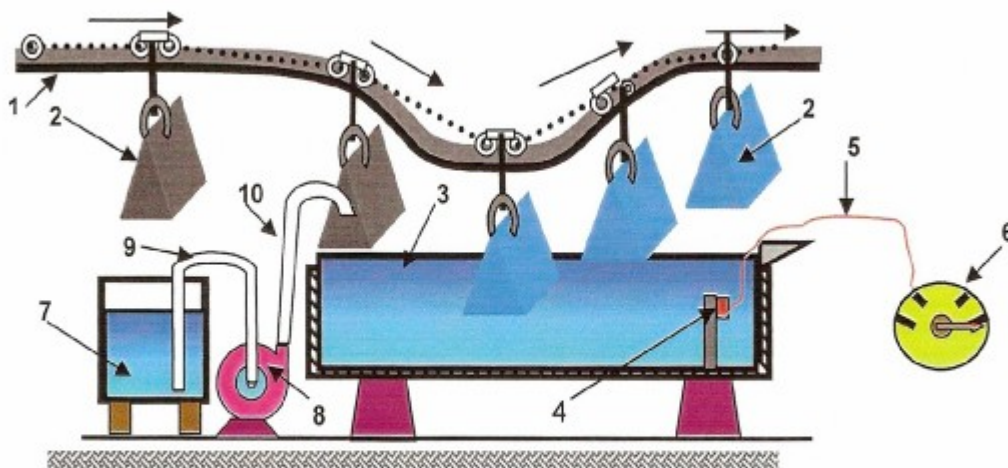
Задача №7 *«Верхний слой краски, используя свое понижение температуры при испарении, включает и выключает насос»*

Явных противоречий нет. Решение очевидное – нужно использовать пониженную температуру верхнего слоя краски для включения и выключения насоса.

Можно применить обычный электроконтактный термометр, который неподвижно установлен в ванне на глубине соответствующей минимальному уровню краски. При понижении уровня краски до термометра, он начинает регистрировать температуру ее верхнего слоя, который по причине испарения растворителя, имеет более низкую температуру, чем внутренние слои краски и выдает сигнал на включение насоса. При повышении уровня краски термометр оказывается утопленным в краску, внутренние слои которой имеют уже другую более высокую температуру и он выдает сигнал на отключение насоса. (Рисунок не приводится)

Возможен другой вариант. Используется термопара, которая вырабатывает ЭДС в зависимости от температуры. Если термопара контактирует с поверхностными слоями краски, она охлаждается и вырабатывает меньший ЭДС и выдается сигнал на включение насоса. Когда термопара полностью погрузится в краску, она становится теплее и вырабатывает более высокий ЭДС, тогда выдается сигнал на выключение насоса.

На рисунке изображена возможная схема такого устройства, где цифрой 4 обозначена термопара, а цифрой 6- гальванометр



Такое решение осуществимо в условиях, которые определил заказчик, однако имеет свои ограничения. В различное время года краска может иметь различную температуру, поэтому необходимо будет применить какие то системы корректирующие сигнал на включение насоса в зависимости от первоначальной температуры краски, а так же от температуры окружающей среды и других параметров. Возможно, что устройство станет излишне сложным и не надежным.

Продолжим разбор задач №1 и № 2 в которых присутствуют явные физические противоречия, для этого выполняем следующие шаги алгоритма

ШАГ 5.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ РЕСУРСОВ.

К каждому элементу, определенному в шаге 5.2., подобрать из ресурсов прилегающих к оперативной зоне (см. шаг 4.5.2.) тот, который имеет наиболее высокую энергонасыщенность. Выбранный ресурс записать.

Образец записи:

В задаче №1. К элементу, (указать из шага 5.2.) прилегает... (указать прилегаемый ресурс из шага 4.4.)

В задаче № 1- К ВЕРХНЕМУ СЛОЮ КРАСКИ прилегают воздух и борт ванны.

Выбираем **БОРТ ВАННЫ** как наиболее энергонасыщенный ресурс.

В задаче № 2- К СТРУЕ КРАСКИ прилегают воздух, краска в ванне, наливной патрубков, борт ванны.

Выбираем **НАЛИВНОЙ ПАТРУБОК** как ближайший и наиболее энергонасыщенный ресурс из имеющихся.

(Выбранные прилегающие ресурсы будут использоваться в части

ЧАСТЬ 6

ВЫЯВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: - выявить суть физического противоречия и выбрать принцип его разрешения.

ШАГ 6.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ.

Описать противоречивые физические состояния - ПЕРВОЕ и ВТОРОЕ, которые испытывают элементы, выбранные в шаге 5.2.

Описать физические состояния по следующей схеме:

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

«**ЭЛЕМЕНТ...**(указать элемент выбранный в шаге 5.2.) **ВЫПОЛНЯЯ...** (указать существующую(!) функцию, действие) **ДОЛЖЕН БЫТЬ ...**(указать существующее(!) физическое состояние)»

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ-

«**ЭЛЕМЕНТ...** (указать элемент выбранный в шаге 5.2.) **ЧТОБЫ НЕ ДОПУСТИТЬ...** (указать Нежелательное Явление из шага 3.1.) **ДОЛЖЕН БЫТЬ...** (указать требуемое(!) физическое состояние)»

ОТВЕТ НА ШАГ 6.1.

В задаче №1

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ - «Верхний слой краски, находясь в ванне, должен испаряться»

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ- «Верхний слой краски , чтобы не допустить засыхание краски на поплавке не должен испаряться»

В задаче №2

ПЕРВОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ- «Струя краски, выходя из патрубка должна иметь давление».

ВТОРОЕ ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ. – «Струя краски, чтобы не утопить поплавков не должна иметь давление»

ШАГ 6.2. ВЫБОР ПРИНЦИПА РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЯ.

Для каждого элемента, рассмотренного в шаге 6.1., выбрать по нижеследующим правилам принцип разрешения противоречия. Для этого определить, с каким параметром связано выявленное физическое противоречие, - с ПРОСТРАНСТВОМ, ВРЕМЕНЕМ или с тем и другим. В зависимости от параметра выбирается одно из трех правил;

ПРАВИЛО 1

Если от элемента (шаг 6.1.) требуется проявить противоречивые действия (требования) в один и тот же момент времени, то такое противоречие связано со временем и выбирают, **принцип №1 - «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБЪЕКТА»**

ПРАВИЛО 2

Если от элемента (шаг 6.1.) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте, то такое противоречие связано с пространством и тогда выбирают **принцип № 2 - «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ ВО ВРЕМЕНИ»**

ПРАВИЛО 3

Если от элемента (шаг 6.1.) требуется проявить противоречивые действия в одном и том же месте и в один и тот же момент времени, тогда выбирают - **принцип №3 - «ИЗМЕНЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ОТНОШЕНИЙ»**

(Полный текст части 6 не приводится)

ОТВЕТ НА ШАГ 6.2.

В задачи № 1 противоречие связано со временем, то есть краска должна испаряться и не испаряться в **одно и то же время**. Поэтому выбирается принцип №1 «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ»

В задачи № 2 противоречие так же связано со временем, так как краска одновременно должна иметь большое и малое давление в **одно и то же время**. Поэтому так же выбирается принцип №1 «РАЗНЕСЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ»

ЧАСТЬ 7

РАЗРЕШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ

Цель: - Получить принципиальное направление решения задачи.

ШАГ 7.1. ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПА РАЗНЕСЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ТРЕБОВАНИЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ОБЪЕКТА

Если для элементов в шаге 6.2. выбран принцип №1, задачи составляется по следующей схеме ;-

ЭЛЕМЕНТ...(указать из шага 5.2 элемент, испытывающий противоречивые требования)

РАЗДЕЛЯЕТСЯ НА ДВЕ ЧАСТИ. ОДНА ЧАСТЬ... (указать из шага 6.1. ПЕРВОЕ физическое состояние элемента)

А ДРУГАЯ ЧАСТЬ, С ПОМОЩЬЮ... (указать из шага 5.3. примыкающий вещественный ресурс)

ВЫПОЛНЯЕТ (НАХОДИТСЯ, СТАНОВИТСЯ....(указать из шага 6.1. ВТОРОЕ физическое состояние)

НЕ ДОПУСКАЯ... (указать из шага 3.1. Нежелательное Явление).

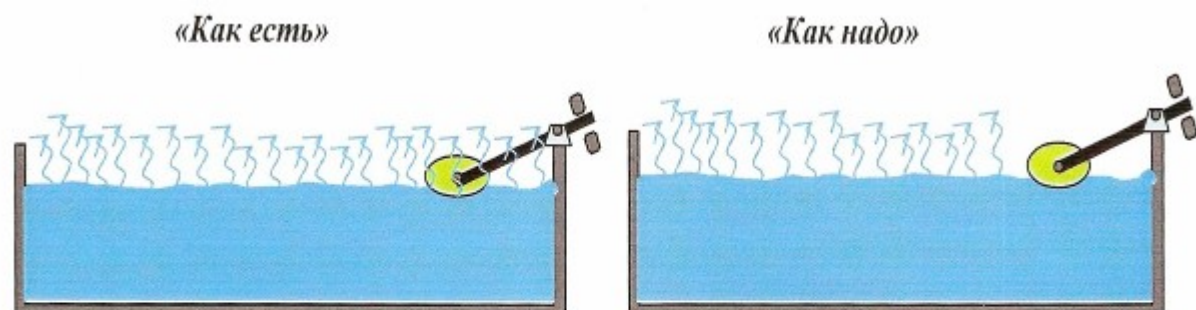
Каждую задачу пояснить рисунком, в котором показать принцип разрешения противоречия. В некоторых случаях целесообразно выполнить два рисунка - «КАК ЕСТЬ» и «КАК НАДО»

Ответ на шаг 7.1.

Задача № 1 (Разделение верхнего слоя краски)

ВЕРХНИЙ СЛОЙ КРАСКИ В ВАННЕ разделяется на две части, одна часть ИСПАРЯЕТСЯ, а другая часть, с помощью МАТЕРИАЛА БОРТА ВАННЫ, НЕ ИСПАРЯЕТСЯ и не допускает ЗАСЫХАНИЯ КРАСКИ НА ПОПЛАВКЕ.

Изобразим полученную формулировку задачи рисунками «КАК ЕСТЬ» и «КАК НАДО»



Краска испаряется по всей площади.

Там где расположен поплавок краска не испаряется.

Теперь необходимо выяснить как «с помощью борта» краска не должна испаряться. Но вначале выясним в каких случаях или при каких условиях прекращается испарение жидкостей?

На рисунке «КАК НАДО» видим, что краска в районе поплавок, почему-то не испаряется. Определяем, при каких условиях прекращается испарение жидкости в том числе краски. Из справочника узнаем, что жидкость, находясь в замкнутом объеме, перестает испаряться, когда возникает состояние насыщенного пара. (В состоянии насыщенного пара скорости испарения и конденсации равны.)

Итак, в зоне поплавок должен быть насыщенный пар растворителя краски, но это возможно только в замкнутом объеме. Как организовать замкнутый объем?

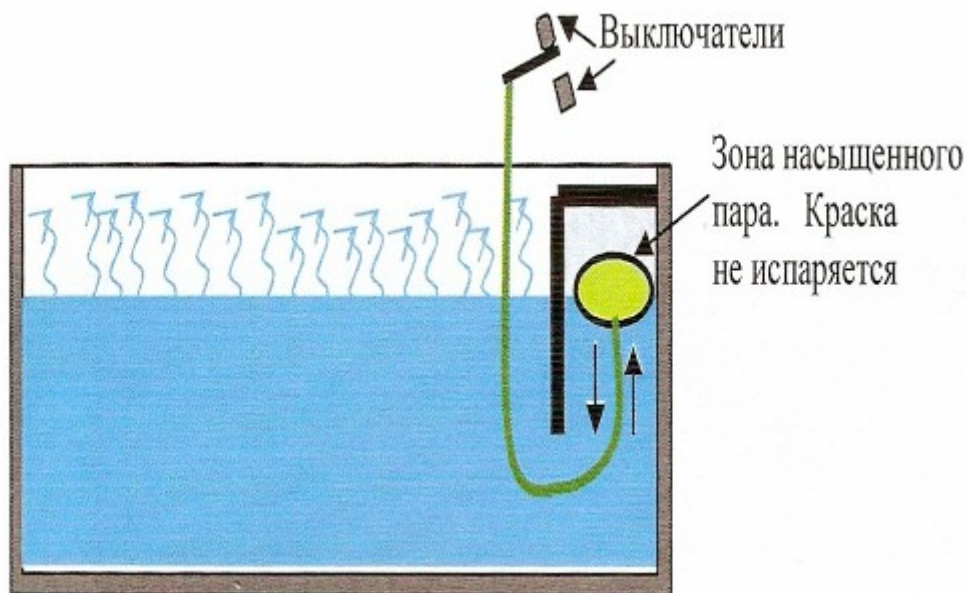
Еще раз читаем текст задачи. Там говорится, что краска не испаряется с «помощью

материала борта ванны»

Теперь ясно — борт ванны должен создать вокруг поплавка замкнутую зону, в которой после ее насыщения парами растворителя, испарение краски прекращается. Это уже чисто конструкторская задача, которая может быть решена несколькими вариантами. Ниже показан один из вариантов возможного решения.

Возможная конструкция.

Борт ванны имеет внутренний или внешний карман, в котором плавают поплавок, включающий и выключающий насос. Так как карман вместе с краской образует замкнутую полость, в ней через некоторое время возникает предельное насыщения паров растворителя и краска перестает испаряться. На поверхности поплавок уже не будет образовываться толстый слой засохшей краски и в течении всей своей работы он не потеряет своей плавучести. (Возможно применение приемов №2 «Вынесение», № 3 «Местное качество», №36 «Применение фазовых переходов»)



Это решение не потребует, каких либо больших изменений в конструкции ванны, и его внедрение возможно без остановки линии окраски. Однако и оно имеет некоторые недостатки. При подъеме уровня краски в ванне воздух в полости кармана будет сжиматься и потому оказывать повышенное давление на краску. В результате уровень краски в кармане будет несколько ниже, чем уровень краски в ванне. При

малых перепадах минимальных и максимальных уровней краски, возможно это и не окажет вредного влияния на работоспособность поплавка, но потребует корректировку в конструкцию рычага, который взаимодействуют с выключателями.

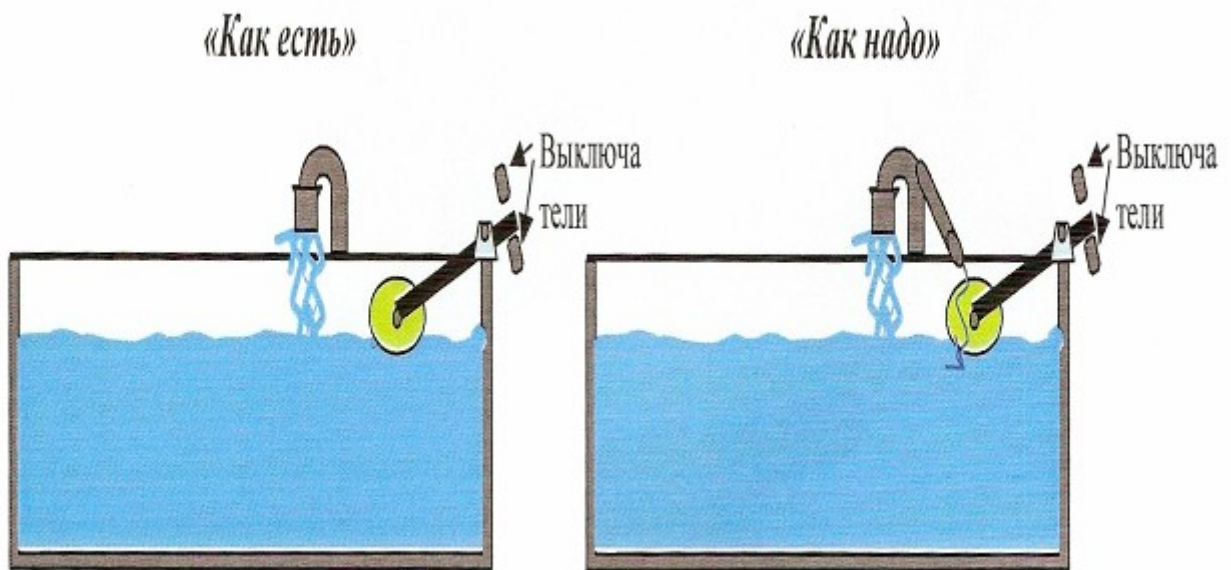
Ввиду того, что в оперативной зоне простая и понятная картина, шаг алгоритма 7.1.1., направленный на уменьшение инерции мышления, не рассматривается.

Задача № 2 (Разделение струи краски)

Текст задачи составляется по той же схеме, по которой составлялась задача №1, тогда задача принимает следующий вид:

СТРУЯ КРАСКИ разделяется на две части, одна часть ИМЕЕТ ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ, а другая часть, с помощью наливного патрубка, ИМЕЕТ НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ и не допускает засыхания краски на поплавке.

Решение в прямом смысле диктуется формулировкой задачи. Становится ясно, что большую и мощную струю краски, которая поступает в ванну под давлением от насоса, необходимо разделить на части и ее малую часть в виде очень тонкой струйки, направить на поплавок. . Так как добавление краски происходит достаточно часто (через 20— 30 минут) поплавок будет постоянно смачиваться свежей краской и на нем не сможет образоваться слой засохшей краски. Достигнута цель приближенная к идеалу: — краска сама не допускает засыхания краски на поплавке и он не теряет плавучести. (Возможно применение приемов №1»Дробление» №2 «Вынесение», № 22 «Обратить вред в пользу», №25 «Самообслуживание») Конструктивно устройство может выглядеть следующим образом.



При работе насоса часть краски из наливного патрубка, в виде тонкой струйки направляется на поплавков и смывает с его поверхности засохшую пленку краски. .
 В РАССМАТРИВАЕМЫХ ЗАДАЧАХ ШАГИ 7.2. И 7.3 НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ

ЧАСТЬ 8

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕШЕНИЙ

Цель: - Выбрать лучшее решение и выявить задачи, которые возникнут при его внедрении.

Получено семь решений.

В реальной практике, с учетом требований заказчика, возможно использование решений полученных по задачам № 2 и №3 . Они в большей степени приближены к идеалу, чем остальные. Для своего внедрения эти решения не требуют больших затрат и значительных изменений в системе.

При внедрении выбранных решений вредных последствий в будущем, на уровне системы и надсистемы, не обнаруживаются.

Задачи, которые могут возникнуть при внедрении решений, диктуются местными конкретными условиями, которые в данном разборе проблемной ситуации не рассматриваются.