

## Содержание

1	Цели .....	2
2	Функции и характеристики ОЗИЛ .....	2
3	Процедура обнаружения зарастания с помощью EJX .....	4
4	Область применения ОЗИЛ .....	7
5	Замечания.....	8

## 1 Цели

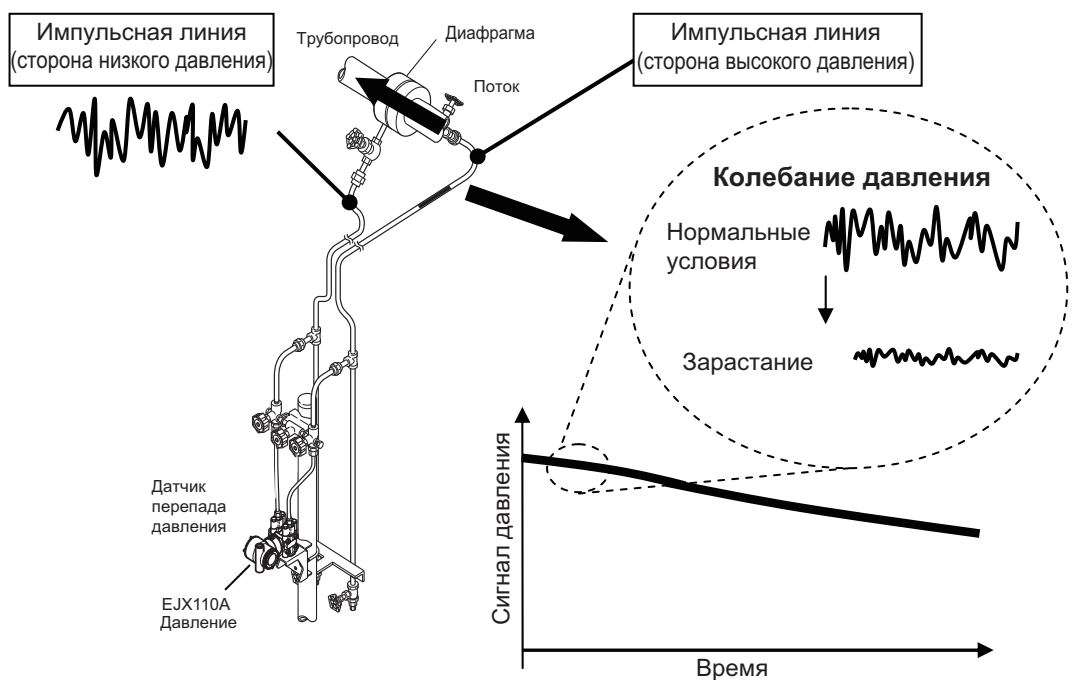
Если измерение ПД (перепада давления) потока проводится с помощью диафрагмы, зарастание импульсной линии может привести к ошибкам измерения, влияющим на процесс управления. Датчик EJX с функцией «Обнаружение зарастания импульсной линии» (ОЗИЛ/ILBD) (код опции: /DG1 или /DG6) способен оценивать состояние зарастания с помощью недавно разработанной функции обнаружения колебаний давления. Сигнализация на ЖК-дисплее EJX или аналоговое оповещение, если запрограммировано, будет генерироваться при достижении определенного уровня/значения зарастания. ОЗИЛ осуществляется на основании статистических значений, выведенных из измеренных значений колебания давления, существующего в жидкости. Поскольку характеристики колебания давления зависят от условий технологического процесса, точность обнаружения зарастания зависит от условий процесса.

В этом документе Технической информации (ТИ) представлен обзор функциональных возможностей, который включает в себя описание характеристик ОЗИЛ и объясняет, как производится ОЗИЛ в датчиках перепада давления / статического давления Серии EJX. Кроме того, данный документ описывает условия процесса, подходящие для ОЗИЛ, и представляет указания для применения функции ОЗИЛ в датчиках перепада давления Серии EJX.

## 2 Функции и характеристики ОЗИЛ

### ■ Принцип работы ОЗИЛ

При измерении потока жидкости в трубопроводе импульсная линия может быть засорена твердыми веществами или замерзшей жидкостью. На поток влияют колебания давления, производимые насосами и другими механизмами, и датчик перепада давления измеряет перепад давления наряду с колебаниями, связанными с процессом. Состояние импульсной линии может быть определено путем извлечения компонент колебания из сигналов перепада давления и статического давления. Извлеченный компонент колебаний процесса используется для определения степени зарастания импульсной линии. Функция ОЗИЛ позволяет оператору обнаружить потенциальные состояния зарастания, прежде чем оно помешает управлению потоками и давлением на установке. Исходной целью датчика перепада давления является точное измерение перепада давления на основании условий потока. Однако датчик перепада давления, который способен также измерить колебания процесса, может использовать эту важную информацию для выполнения важных диагностик, таких как ОЗИЛ. На Рисунке 1 показано, что передаваемые колебания давления снижаются при зарастании импульсной линии на стороне высокого давления. Это справедливо для измерений как уровня, так и давления.




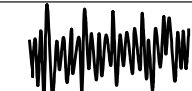
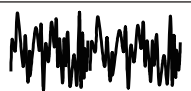








F0201.eps

Рисунок 1 Обнаружение зарастания импульсной линии (ОЗИЛ)

## ■ Классификация зарастания импульсной линии

Существует три типа зарастания импульсной линии: обе стороны, на стороне высокого давления (СВД) и на стороне низкого давления (СНД). В Таблице 1 приведены примеры идеализированной формы сигналов колебания давления для каждого из условий зарастания импульсной линии. Главной особенностью датчика перепада давления EJX с функцией обнаружения зарастания является способность самостоятельно обнаруживать все потенциальные типы зарастания с использованием кремниевого резонансного сенсора, способного одновременно измерять перепад давления, а также статическое давление на СВД и СНД<sup>1</sup>.

Таблица 1 Типы зарастания импульсной линии и примеры форм сигналов колебания давления

Сигнал \ Состояние импульсной линии	Зарастания нет (норма)	Зарастание		
		Сторона высокого давления	Сторона низкого давления	Обе стороны
Перепад давления (ПД / DP)				
Статическое давление сторона выс. давления (СД_В / SP_Н)				
Статическое давление сторона низ. давления (СД_Н / SP_Л)				
Уровень колебаний	DP: высокий SP_Н: высокий SP_Л: высокий	DP: высокий SP_Н: низкий SP_Л: высокий	DP: высокий SP_Н: высокий SP_Л: низкий	DP: низкий SP_Н: низкий SP_Л: низкий

T0301R.eps

## ■ Необходимые условия для ОЗИЛ

Колебания давления, перепад давления и статическое давление на СВД и СНД рассчитываются с интервалом 100 мс<sup>2</sup>. Если существует мало колебаний, т.е. если формы сигнала давления имеют меньшую амплитуду, есть вероятность того, что зарастание не может быть обнаружено. Чтобы повысить точность обнаружения зарастания, колебания давления процесса должны быть сильнее. Чтобы проверить, может ли быть обнаружено зарастание, можно использовать соответствующий коллектор для имитации зарастания импульсной линии и проверить правильно ли генерируется сигнализация о зарастании.

## ■ Параметры для ОЗИЛ

Датчик перепада давления/статического давления EJX вычисляет следующие значения для обнаружения зарастания<sup>3</sup>.

- Среднее значение суммы квадратов колебаний перепада/статического давления (fDP)

Среднее значение суммы квадратов колебаний перепада/статического давления, fDP, получается на основе расчетов нескольких сотен значений колебания давления. Когда значение колебания перепада/статического давления уменьшается по мере развития зарастания, fDP также уменьшается.

- Исходное значение суммы квадратов колебаний перепада/статического давления (Ref\_fDP)

Так как амплитуда колебаний давления естественно варьируется в рамках процесса, первоначальную амплитуду колебаний давления, присущую процессу, необходимо получить как исходное значение до выполнения функции обнаружения зарастания. Это среднее значение суммы квадратов колебаний перепада давления в нормальных условиях.

<sup>1</sup> При измерении уровня или давления, ОЗИЛ выполняется на стороне измерения давления процесса. Поскольку этот документ (TI) служит в качестве справочного для выбора наиболее подходящей опции функции обнаружения зарастания, если не указано иное, приводится только описание обнаружения зарастания с помощью датчика перепада давления для того, чтобы сделать описание понятным.

<sup>2</sup> Для FOUNDATION Fieldbus. Для протокола HART - 135 мс..

<sup>3</sup> Дело в том, что среднее значение суммы квадратов колебаний статического давления на СНД, fSPi, среднее значение суммы квадратов колебаний статического давления на СВД, fSPh, и соответствующие исходные значения (reference), Ref\_fSPi и Ref\_fSPh, также получаются одновременно. Использование этих значений в сочетании с BkF увеличивает точность обнаружения зарастания на СВД и СНД. Однако, для удобства объяснения принципов в настоящем документе предполагается, что обнаружение зарастания на СВД и СНД выполняется с использованием только BkF. fSPi и fSPh упоминаются только при необходимости.

- **Обнаружение зарастания на обеих сторонах с помощью средней величины колебаний давления**

Когда блокировка одновременно происходит на обеих сторонах (высокого и низкого) давления,  $fDP$  будет уменьшаться и  $SQRT(fDP / Ref\_fDP)$  будет использоваться для определения, зарастает ли одна или обе стороны.

- **Обнаружение зарастания на одной из сторон с помощью  $BkF$  (степень зарастания)**

Степень зарастания,  $BkF$ , характеризуется сравнением значений колебания давления на СВД и СНД, и рассчитывается на основе значений колебания перепада давления и значений статического давления на СВД и СНД. По мере приближения  $BkF$  к «+1», прогрессирует зарастание на СВД. С другой стороны, если  $BkF$  стремится к «-1», то зарастание развивается на СНД. На Рисунке 2 показана корреляция между развитием зарастания и  $BkF$ .  $BkF$  позволяет обнаружить зарастание на любой (СВД и СНД) из сторон.

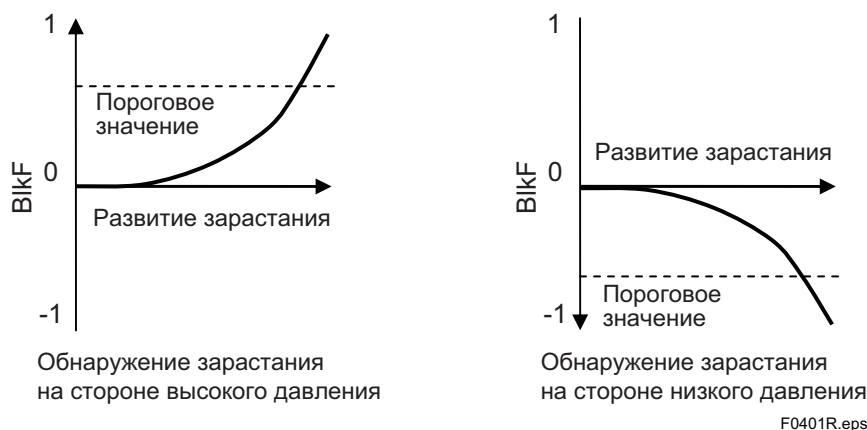


Рисунок 2 Корреляция между развитием зарастания и  $BkF$

### 3 Процедура обнаружения зарастания с помощью EJX

#### ■ Характеристики обнаружения зарастания с помощью EJX

Датчик перепада давления EJX способен быстро измерять перепад давления и статическое давление на стороне высокого и низкого давления с помощью резонансного кремниевого сенсора. Эти недавно разработанные параметры, объединяющие перепад давления и статическое давление на стороне высокого и низкого давления, позволяет датчику перепада давления самостоятельно обнаружить зарастание на стороне высокого или низкого давления. Более того, передовая диагностика ОЗИЛ защищена от влияния колебаний потока. Ниже приведены характеристики обнаружения зарастания с помощью датчика EJX.

- Автономный датчик перепада давления/статического давления EJX способен контролировать, обнаружить и показать условия зарастания.
- Зарастание на СВД или СНД может быть обнаружено независимо, с помощью величины степени блокировки,  $BkF$ , которая указывает на полное зарастание на СВД или СНД, показывая «+1» или «-1», соответственно.
- На параметр  $BkF$  меньше влияют плотность, вязкость и расход жидкости.
- Параметр  $fDP$ , основанный на величине колебаний перепада давления/статического давления, обеспечивает обнаружение на обеих сторонах давления зарастания, которое формируется одновременно на СВД и СНД.

#### ■ Процедура ОЗИЛ

Датчик перепада давления/статического давления EJX выполняет обнаружение, объединяя два параметра,  $SQRT(fDP / Ref\_fDP)$  и  $BkF$ . На Рисунке 3 показана главная процедура обнаружения зарастания. Обнаружение зарастания состоит из выполнения трех шагов: определение исходного значения, проверка работы и выполнение операции по обнаружению зарастания. Конфигурация обнаружения зарастания EJX может быть выполнена с помощью программного обеспечения, совместимого с FOUNDATION Fieldbus™, такого как PRM™ и FieldMate™. Так как датчик перепада давления EJX способен определить исходное значение, никакой другой специальный измерительный прибор не требуется. Если колебания перепада давления и статическое давление малы, когда определяется исходное значение, оно может оказаться недействительным, и зарастание не будет обнаружено. Поэтому, эта операция должна быть проверена сначала с соответствующим коллектором, чтобы гарантировать, что обнаружение зарастания может быть успешно осуществлено.

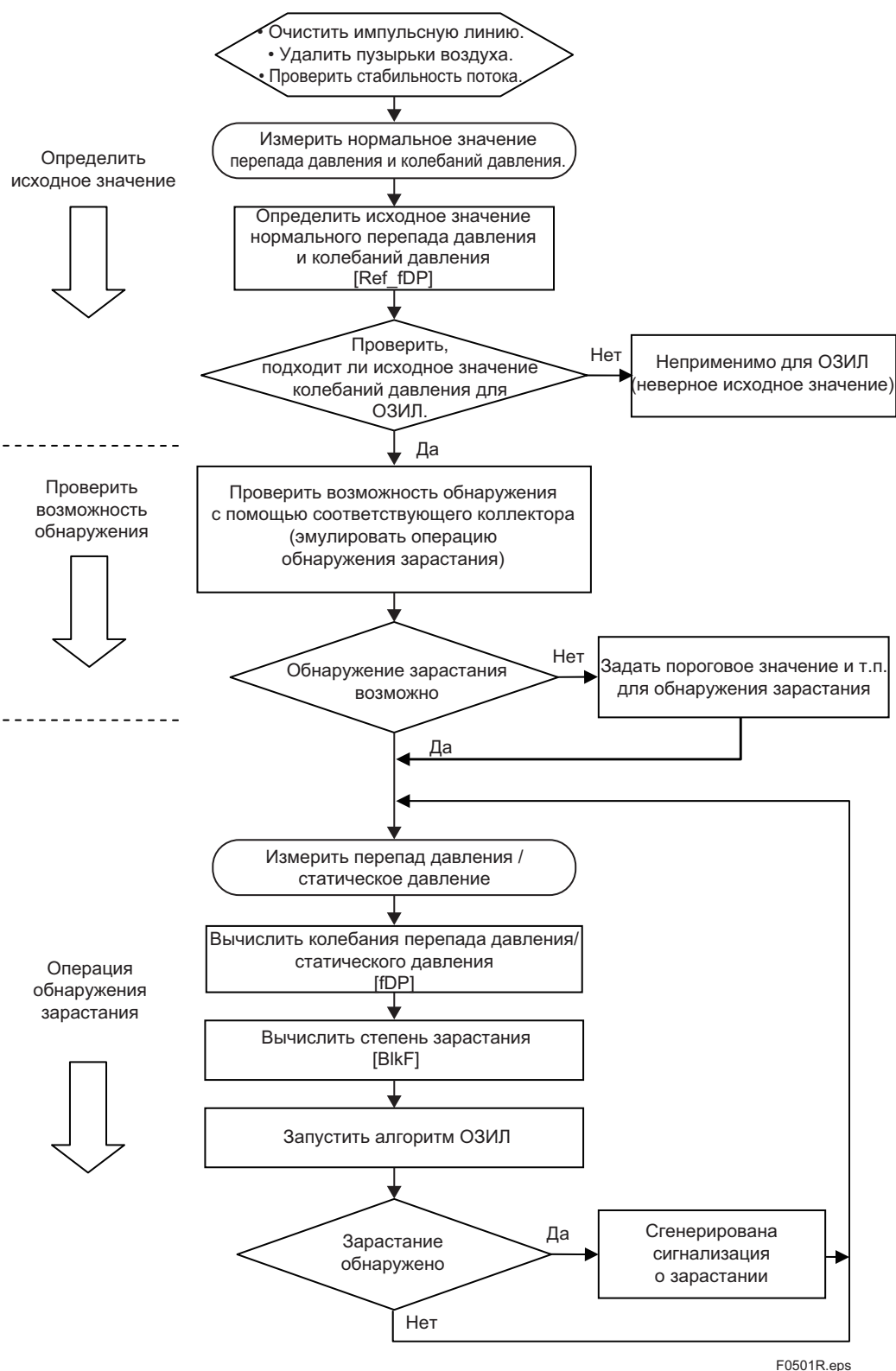


Рисунок 3 Схема алгоритма обнаружения зарастания<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Рисунок 3 упрощен, чтобы облегчить понимать основную последовательность алгоритма обнаружения, т.е. он отличается от фактического процесса, выполняемого датчиком перепада давления/статического давления EJX.

- **Определение исходного значения**

Перед запуском обнаружения зарастания должны быть измерены значения колебаний давления процесса, а Ref\_fDP и Ref\_BlkF должны быть проверены. Ref\_fDP и Ref\_BlkF должны находиться в пределах указанного диапазона для всех возможных зарастаний, которые будут обнаружены. Если Ref\_fDP один удовлетворяет необходимому условию, зарастание и на двух сторонах, и на любой одной из сторон может быть обнаружено по измерению только дифференциального давления. Если и Ref\_fDP и Ref\_BlkF удовлетворяют необходимым условиям, зарастание как на двух сторонах, так и на СВД и СНД может быть обнаружено<sup>5</sup>.

- **Проверка возможности обнаружения**

Возможность обнаружения зарастания датчиком перепада давления необходимо проверить после получения исходного значения. Можно, например, запустить соответствующий коллектор установленный на импульсной линии, на выполнение имитации зарастания импульсной линии и убедиться, что сигнал зарастания генерируется правильно. При измерении уровня или давления запорный клапан закрыт для проверки операции. Если сигнал зарастания не генерируется, пороговые значения должны быть изменены. На Рисунке 4 показан пример, проверки операции с датчиком перепада давления. Когда 3-клапанный коллектор на стороне высокого давления постепенно закрывается, имитируя зарастание на стороне высокого давления, BlkF доходит до +1, и генерируется сигнализация о зарастании на стороне высокого давления, когда зарастание превысит заданное пороговое значение (A на рисунке). Когда 3-клапанный коллектор на стороне высокого давления затем вновь открывается, а 3-клапанный коллектор на стороне низкого давления постепенно закрывается, BlkF доходит до -1 и генерируется сигнализация о зарастании на стороне низкого давления, когда зарастание превысит заданное пороговое значение (B на рисунке). Наконец, когда оба клапана постепенно закрываются, значение SQRT (fDP/Ref\_fDP) уменьшается, и зарастание может быть обнаружено на двух сторонах (C на рисунке). В этом примере три типа зарастания импульсной линии обнаруживаются правильно.

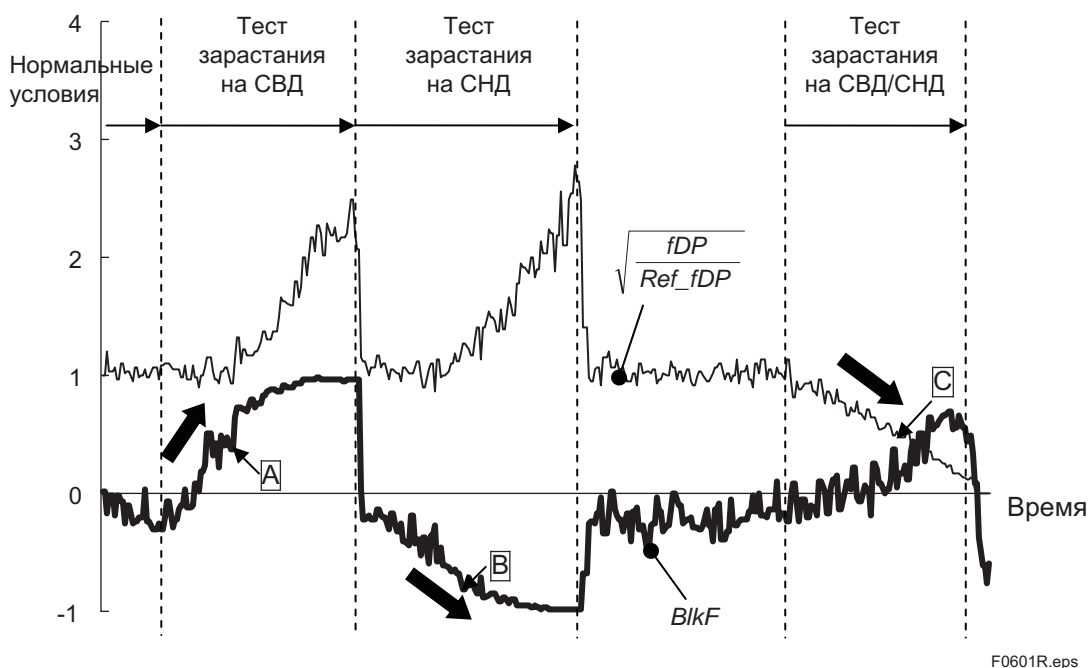


Рисунок 4 Пример проверки операции обнаружения зарастания с помощью 3-клапанного коллектора

- **Операция обнаружения зарастания**

Во время измерения перепада давления и статического давления на СВД и СНД, вычисляются соответствующие колебания давления и степень зарастания. Алгоритм обнаружения зарастания, основанный на этих параметрах, может использоваться для определения, есть ли зарастание. Когда зарастание обнаружено, генерируется соответствующая сигнализация о зарастании. После этого процедура обнаружения зарастания повторяется.

<sup>5</sup> fSPI и fSPh также должны быть в пределах указанного диапазона. Кроме того, когда Ref\_fDP, Ref\_fSPI и Ref\_fSPh удовлетворяют необходимым условиям, может быть обнаружено зарастание и на двух сторонах, и на СВД или СНД.

## 4 Область применения ОЗИЛ

### ■ Применимые модели

При использовании датчика перепада давления, функция обнаружения зарастания обнаруживает его как на стороне высокого или низкого давления, так и одновременно на двух сторонах. При измерении уровня или давления, может быть обнаружено зарастание импульсной линии на стороне измерения давления процесса. В Таблице 2 показаны элементы обнаружения зарастания для моделей EJX.

Таблица 2 Элементы обнаружения зарастания и применимые модели датчиков EJX

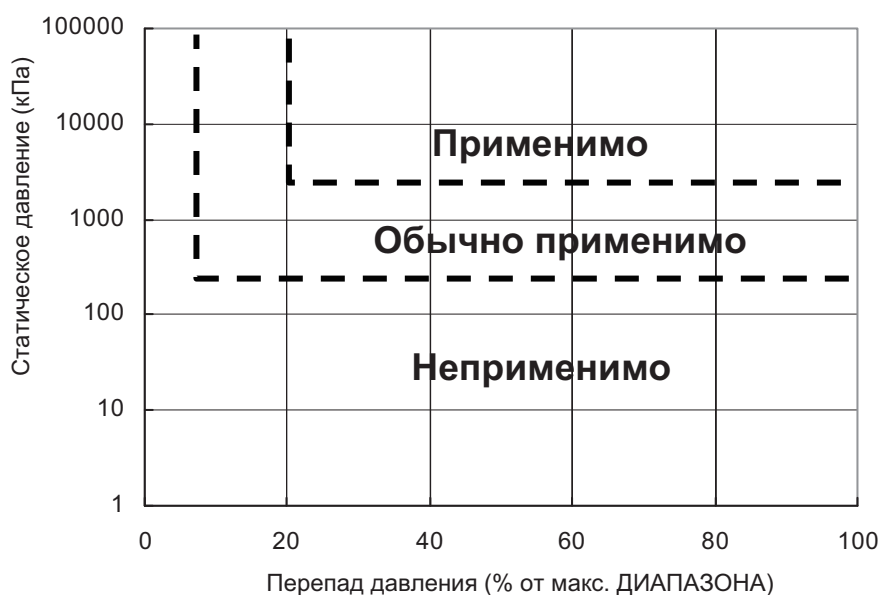
Модель		Протокол связи**	Элементы обнаружения зарастания
EJX110A	Датчик перепада давления	FF/HART	Зарастание на стороне высокого давления Зарастание на стороне низкого давления Зарастание на двух сторонах
EJX118A	Датчик перепада давления с разделительной мембраной	FF/HART	
EJX130A	Датчик перепада давления	FF/HART	
EJX210A	Датчик перепада давления, монтируемый на фланце	FF/HART	
EJX120A	Датчик перепада давления для узкого диапазона перепадов *	FF/HART	
EJX115A	Датчик для измерения малых расходов	FF/HART	
EJX910A	Преобразователь многопараметрический	FF	
EJX930A	Преобразователь многопараметрический	FF	
EJX310A	Датчик абсолютного давления	FF/HART	Зарастание импульсной линии на стороне измерения давления процесса
EJX430A	Датчик избыточного давления	FF/HART	
EJX438A	Датчик избыточного давления с разделительной мембраной	FF/HART	
EJX440A	Датчик избыточного давления	FF/HART	
EJX510A	Датчик абсолютного давления	FF/HART	
EJX530A	Датчик избыточного давления	FF/HART	

\* Применимо только для зарастания на двух сторонах.

\*\* FF: FOUNDATION Fieldbus.

### ■ Измеряемые диапазоны перепада давления и статического давления

Вообще говоря, когда перепад давления и статическое давление высоки, колебания давления относительно велики, поэтому возможно стабильное обнаружение зарастания. На Рисунке 5 показан пример применимых диапазонов обнаружения зарастания датчиком EJX110A с капсулой диапазона измерения «М». Амплитуда колебаний давления зависит от процесса, поэтому есть вероятность того, что показанный в этом примере диапазон, в котором зарастания могут быть обнаружены в процессе, не обязательно является обнаруживаемым диапазоном зарастания в другом технологическом процессе.



F0701R.eps

Рисунок 5 Пример диапазонов обнаружения зарастания датчиком EJX110A с капсулой «М» (применение в нефтепереработке)

## ■ Применимые жидкие среды

Функция ОЗИЛ применяется для многих типов жидкости. Хотя у жидкостей с вязкостью более 10 сСт амплитуда колебаний давления вполтину меньше, чем у воды, зарастание может быть обнаружено раньше, чем в воде. Амплитуда колебаний давления у газа низка, поэтому обнаружение зарастания неприменимо. В Таблице 3 перечислены некоторые жидкости, для которых может применяться обнаружение зарастания датчиком перепада давления.

Таблица 3 Примеры жидкостей, для которых применимо ОЗИЛ

Обнаружение зарастания	Жидкости с низкой вязкостью, например, вода (1 сСт)	Жидкости с высокой вязкостью, например, нефть (до 10 сСт)	Газ, например, природный газ
Зарастание на двух сторонах	Применимо	Применимо	Редко применимо
Зарастание на одной стороне	Обычно применимо	Обычно применимо	Неприменимо

## 5 Замечания

- Если к моменту измерения исходного значения импульсная линия почти заросла, зарастание не обнаружится корректно. Импульсные линии на обеих сторонах давления должны быть очищены перед измерением исходного значения.
- Все пузырьки воздуха должны быть надлежащим образом удалены перед измерением исходного значения.
- В момент измерения исходного значения расход должен быть стабильным.
- Конфигурационное программное обеспечение совместимое с FOUNDATION Fieldbus, например PRM и Field-Mate, может использоваться для настройки обнаружения зарастания с помощью датчика перепада / статического давления EJX. Так как EJX способен измерять исходное значение, других специальных измерительных приборов не требуется.
- Если амплитуда колебаний давления слишком низкая для измерения исходного значения, обнаружить зарастание невозможно.
- Если расход увеличивается или уменьшается более чем на 25%, после того, как получено исходное значение, необходимо измерить новое исходное значение в более стабильных условиях расхода. В противном случае обнаружение может работать некорректно.
- Чтобы проверить возможность обнаружения зарастания, при использовании датчика перепада / статического давления, на импульсной линии следует установить соответствующий коллектор, и его затем следует использовать для моделирования и обнаружения зарастания. Если не установлен клапан для имитации и обнаружения зарастания, невозможно определить, могут ли быть обнаружены зарастания.
- Пожалуйста, убедитесь, что импульсные линии чисты и свободны от загрязнений перед началом измерения исходного значения колебаний.
- Амплитуда колебаний давления в жидкости должна быть достаточно большой для обнаружения зарастания. При измерении уровня или давления, или когда носитель представляет собой газ, амплитуда колебаний давления может быть слишком мала для обнаружения зарастания.
- При измерении расхода ложная сигнализация зарастания импульсной линии может генерироваться в следующих трех случаях: 1) Используется датчик давления и давление падает почти до предела диапазона возможной диагностики. 2) Несмотря на то, что давление стабильно, расход уменьшается после того, как измерено исходное значение. 3) Источник колебаний давления (насос, компрессор, воздуходувка, и т.д.) завершил работу. В результате уменьшается амплитуда колебаний давления. Прежде чем принимать меры в ответ на сигнализацию зарастания, необходимо учесть условия эксплуатации установки.
- При измерении уровня ложная сигнализация зарастания импульсной линии может генерироваться в следующих трех случаях: 1) Датчик используется для измерения уровня, а поток жидкости в резервуар или из резервуара прекращается. 2) Мешалка резервуара остановлена. 3) Источник изменения давления (компрессор, и т.д.), регулирующий внутреннее давление в герметичном (закрытом) резервуаре, остановлен. В результате уменьшается амплитуда колебаний давления. Прежде чем принимать меры в ответ на сигнализацию зарастания, необходимо учесть условия эксплуатации установки.
- Функция ОЗИЛ выполняется с использованием статистических значений, полученных из измеренных значений колебания давления в жидкости. Так как характеристика колебаний давления зависит от условий процесса, точность обнаружения зарастания зависит от технологического процесса. При использовании функции ОЗИЛ с датчиком перепада давления EJX, не гарантируется 100% точное обнаружение всех зарастаний при любых условиях.