Как подобрать байпасный указатель под плотность/вязкость среды



Байпасные указатели уровня устанавливают снаружи резервуара и соединяют с ним через патрубки. Жидкость поступает в выносную камеру или прозрачную трубку, где ее уровень соответствует уровню в емкости при установившемся гидростатическом равновесии.

В магнитных моделях поплавок перемещается внутри камеры и воздействует на роликовую индикаторную шкалу. В стеклянных уровень наблюдают непосредственно через прозрачную трубку. Различия в конструкции определяют требования к характеристикам жидкости.

При подборе учитывают свойства продукта не только в нормальном режиме, но и при нагревании, охлаждении и изменении состава.

Как плотность среды влияет на выбор байпасного указателя

Для магнитного указателя плотность жидкости определяет глубину погружения поплавка. При ее снижении поплавок погружается глубже, а при увеличении поднимается выше относительно поверхности. Если плотность окажется ниже допустимой, поплавок может потерять плавучесть.

У стеклянных указателей такого ограничения нет: уровень определяется принципом сообщающихся сосудов. Однако плотность учитывают при расчете гидростатического давления и оценке возможных различий между уровнями в резервуаре и внешней трубке.

Минимальная плотность и запас плавучести

Работа магнитного поплавка основана на законе Архимеда. В состоянии равновесия его вес компенсируется выталкивающей силой жидкости:

$$\rho_ж V_{погр} g = m_п g$$

где $\rho_ж$ – плотность жидкости, кг/м³; $V_{погр}$ – погруженный объем поплавка, м³; $m_п$ – масса поплавка, кг.

Для расчета используют минимальную плотность в предусмотренном диапазоне рабочих температур и возможных изменений состава.

Например, если при +20 °C плотность продукта составляет 860 кг/м³, а при максимальной рабочей температуре снижается до 810 кг/м³, поплавок должен сохранять плавучесть при 810 кг/м³.

Для жидкостей пониженной плотности применяют облегченные поплавки, в том числе титановые. Для более плотных продуктов могут использоваться исполнения из нержавеющей стали. Материал и геометрию выбирают с учетом массы поплавка и рабочего давления.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

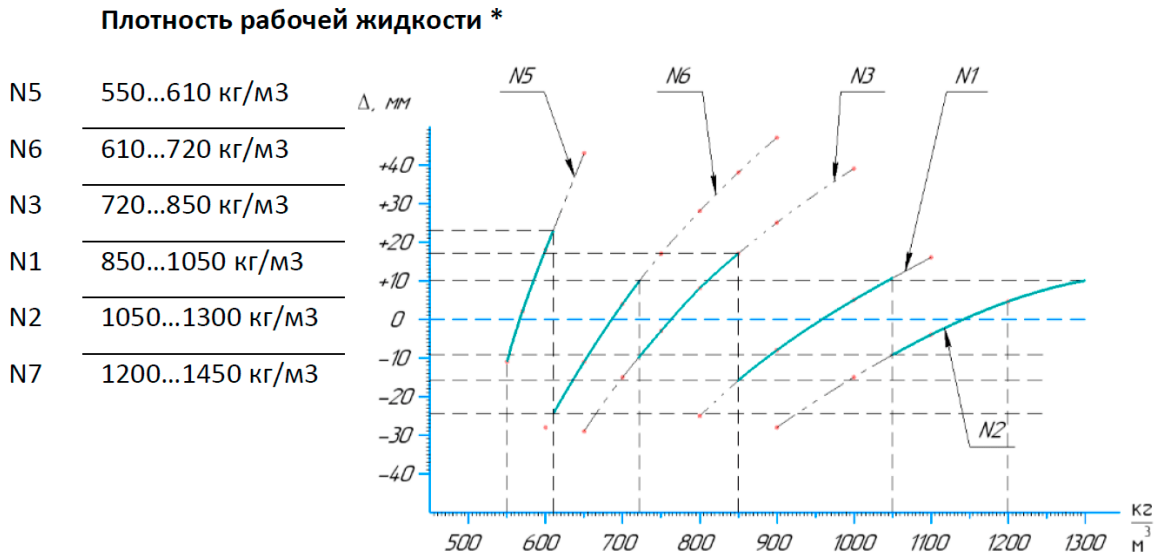
Диапазоны плотности и положение поплавка

Диапазоны плотности, на которые рассчитаны поплавки, зависят от конкретной модели указателя. В качестве примера рассмотрим серию ILL-BM-B16 компании «РусАвтоматизация», для которой предусмотрено шесть исполнений с различными характеристиками.

Исполнение	Плотность, кг/м³	Материал поплавка
N5	550–610	Титан
N6	610–720	Титан
N3	720–850	Титан
N1	850–1050	Нержавеющая сталь
N2	1050–1300	Нержавеющая сталь
N7	1200–1450	Нержавеющая сталь

Изменение плотности влияет не только на глубину погружения поплавка, но и на положение магнитной системы относительно поверхности жидкости.

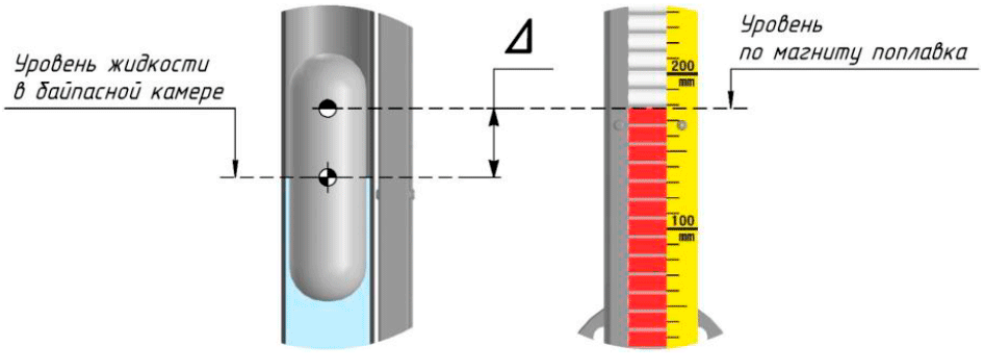
Зависимость разницы уровней Δ от плотности рабочей жидкости для различных исполнений поплавков ILL-BM



*учитывать изменение плотности с изменением температуры процесса

Разница уровней Δ – расстояние между фактическим уровнем жидкости и границей цветов магнитной шкалы. Для исполнения N1 она составляет от −16 до +10 мм, для N3 – от −10 до +16 мм.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru



Принципиальная схема визуализации уровня

При постоянной плотности смещение сохраняется по высоте шкалы. Если плотность изменяется, положение индикации относительно поверхности жидкости также может смещаться. Это учитывают при установке сигнализаторов предельного уровня.

Пример модели для жидкости пониженной плотности

Для продукта с минимальной рабочей плотностью 780 кг/м³ можно рассмотреть поплавок N3, рассчитанный на диапазон 720–850 кг/м³.

ILL-BM-B16-0540-N3-053-FB-T1-BC



Диапазон плотности жидкости	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
720–850 кг/м³	0–540 мм	До 16 бар	−70…+100 °C

Камера и поплавок из AISI316. Камера DN50, боковые отводы DN25. Оснащен отсечными и дренажным клапанами.

Смотреть характеристики →

Если плотность продукта снизится до 700 кг/м³, потребуется другое исполнение, например N6, рассчитанное на 610–720 кг/м³.

Влияние температуры и давления

При нагревании плотность большинства жидкостей уменьшается, из-за чего поплавок погружается глубже. Поэтому его подбирают по минимальной плотности среды в рабочем диапазоне температур.

Помимо плотности жидкости, при выборе поплавка учитывают рабочее давление. Оно влияет на требования к прочности конструкции: поплавок должен сохранять герметичность и плавучесть при максимальном давлении в резервуаре.

Также проверяют химическую совместимость материалов поплавка и камеры с рабочей жидкостью.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Как вязкость влияет на работу байпасного указателя

Вязкость определяет сопротивление течению жидкости через соединительные патрубки и измерительную камеру. В магнитных моделях она также влияет на перемещение поплавка.

При высокой вязкости уровень в байпасе может изменяться с задержкой относительно резервуара. Для стеклянных указателей проблема связана преимущественно с сопротивлением перетеканию через трубку и соединительную арматуру.

Динамическая и кинематическая вязкость

При подборе используют два показателя:

- динамическая вязкость μ – измеряется в мПа·с или сП (cP);
- кинематическая вязкость v – измеряется в мм2/с или сСт (cSt).

Они связаны соотношением: $v = \frac{\mu}{\rho}$

При использовании динамической вязкости в мПа·с и плотности в г/см³ результат получается в сСт.

Например, масло плотностью 850 кг/м³ с динамической вязкостью 300 мПа·с имеет кинематическую вязкость около 353 сСт.

В техническом задании необходимо указывать единицы измерения и температуру, при которой определена вязкость.

Ограничения при работе с вязкими жидкостями

Универсального предельного значения вязкости для байпасных указателей нет. Допустимые условия зависят от конструкции прибора, проходных сечений и требуемой скорости реакции.

Условия работы	Возможная проблема	Что учитывать
Рост вязкости при охлаждении	Запаздывание показаний	Теплоизоляция, обогрев
Узкие соединительные патрубки	Медленное выравнивание уровня	Диаметр и длина соединений
Образование липких отложений	Заклинивание поплавка, загрязнение стекла	Возможность очистки
Наличие твердых частиц	Засорение нижнего соединения	Проходные сечения, дренаж
Быстрое изменение уровня	Задержка индикации	Допустимое время отклика

Высокая вязкость не означает, что стеклянный указатель обязательно лучше магнитного. Необходимо учитывать размеры трубки, свойства продукта и возможность визуального наблюдения.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Магнитный или стеклянный байпасный указатель: что выбрать

Оба типа оборудования позволяют контролировать уровень жидкости через выносную камеру, но отличаются способом индикации и эксплуатационными ограничениями.

Сравнение конструкций

Критерий	Магнитный поплавковый	Стеклянный
Плотность	Должна соответствовать диапазону поплавка	Ограничений по плавучести нет
Вязкость	Влияет на перемещение поплавка и перетекание	Влияет на перетекание через трубку
Непрозрачная жидкость	Индикация по магнитной шкале	Наблюдение возможно при различимой границе уровня
Налипание продукта	Возможное заклинивание поплавка	Загрязнение стекла
Обслуживание	Очистка камеры и поплавка	Очистка или замена трубки
Дополнительная автоматика	Возможны магнитные сигнализаторы и датчики	Зависит от исполнения

Магнитный указатель подходит для процессов, где требуется индикация без непосредственного наблюдения жидкости. Стеклянный позволяет видеть продукт, но при загрязнении смотровой трубки качество наблюдения ухудшается.

Стеклянный указатель для технических жидкостей

Для резервуара с технической жидкостью, не склонной к интенсивному образованию отложений, можно рассмотреть модель «Водомер-М».

ILL-BP-A10M-G0550-BRKM-NBR-PN16-DN15



Материал арматуры	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
Латунь	0–550 мм	До 16 бар	−40…+110 °C

Боросиликатная трубка 13×2,2 мм, латунная арматура, уплотнения NBR. Резьба K1/2″, запорные и дренажный клапаны.

Смотреть характеристики →

Для такой конструкции не требуется подбор поплавка по плотности. Основные ограничения связаны с допустимым давлением, температурой, химической совместимостью материалов и возможностью загрязнения прозрачной трубки.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Стеклянный указатель для химических жидкостей

Для процессов, требующих коррозионно-стойкой присоединительной арматуры, можно рассмотреть исполнения «Резерв-С».

ILL-BP-A11-G1000-SSG1/2(NBR)



Материал арматуры	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
Нерж. сталь	0–1000 мм	До 16 бар	–40…+110 °C

Боросиликатная трубка, арматура из нержавеющей стали, уплотнения NBR. Резьбовое присоединение G1/2".

Смотреть характеристики →

При работе с химически активными веществами проверяют стойкость всех контактирующих материалов, включая уплотнения. Нержавеющая сталь и боросиликатное стекло не являются универсальными для любых кислот и растворителей.

Конструкция и обогрев указателя для вязких сред

Для вязкой жидкости важны проходные сечения соединений, температурный режим и возможность обслуживания. В магнитных моделях дополнительно проверяют свободное перемещение поплавка.

Диаметр камеры и присоединительных патрубков

Увеличение проходного сечения может уменьшить гидравлическое сопротивление, однако результат зависит также от длины соединений, поворотов и установленной арматуры.

Например, магнитные указатели ILL-BM имеют камеру из трубы 60×3 мм и стандартные боковые отводы DN25. Предусмотрены модификации с отводами DN15, DN20, DN32, DN40 и Dn50.

Для стеклянных указателей дополнительно оценивают внутренний диаметр смотровой трубки. При высокой вязкости он может ограничивать скорость перетекания жидкости даже при достаточно крупных присоединительных патрубках.

Когда требуется обогрев или теплоизоляция

Обогрев байпасного указателя применяют в следующих случаях:

- **При высокой вязкости жидкости.** Если продукт охлаждается, его вязкость может увеличиться настолько, что уровень в байпасе начнет изменяться с задержкой. Поддержание температуры сохраняет необходимую текучесть.
- **При риске замерзания.** При отрицательных температурах окружающего воздуха жидкость в выносной камере или смотровой трубке может замерзнуть. Обогрев предотвращает закупорку каналов и повреждение оборудования.

Для защиты от охлаждения используют теплоизоляцию или термочехлы с электрообогревом.

В магнитных указателях ILL-BM предусмотрены исполнения TH с электрообогревом без взрывозащиты, TE с обогревом и взрывозащищенной клеммной коробкой, а также TS – теплоизоляционный чехол без обогрева. Пример магнитного указателя с электрообогревом:

ILL-BM-B40-0850-N1-011-FB-T1-BC-TH(5/35/-48/36)



Температура обогрева	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
до +65 °C	0–850 мм	До 40 бар	−70…+100 °C

Камера AISI316, DN50/DN25. Отсечные и дренажный клапаны. Термочехол с электрообогревом.

Смотреть характеристики →

Электрообогрев предусмотрен и для стеклянных байпасных указателей. Например, модель серии A22 оснащена защитным кожухом и термочехлом, поддерживающим температуру до +65 °C.

ILL-BP-A22-G1200-SSFB-PN16-DN50-HA-V2-TH(65/85/-40/40)-U



Температура обогрева	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура среды
до +65 °C	0–1200 мм	До 24 бар	−40…+200 °C

Боросиликатная трубка, арматура AISI316, уплотнения PTFE. Фланцы DN50 PN16, защитный кожух и электрообогрев.

Смотреть характеристики →

Температуру обогрева выбирают с учетом вязкости, температуры замерзания или начала кристаллизации продукта и минимальной температуры окружающего воздуха. Она должна сохранять текучесть жидкости без превышения допустимых температур эксплуатации оборудования.

Примеры подбора байпасного указателя для разных сред

Рассмотрим три технологические задачи: контроль масла с изменяющейся вязкостью, жидкости повышенной плотности и химически активного продукта.

Масло с изменяющейся вязкостью

Предположим, необходимо контролировать уровень масла при следующих условиях:

- плотность при +60 °C – 850 кг/м³;
- динамическая вязкость при +60 °C – 300 мПа·с;
- динамическая вязкость при +20 °C – 2000 мПа·с;
- рабочее давление – 6 бар;
- межосевое расстояние – 350 мм.

По плотности, давлению, температуре и межосевому расстоянию для предварительного выбора подходит магнитный указатель серии B40:

ILL-BM-B40-0350-N1-100-FB-T2



Диапазон плотности жидкости	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
850–1050 кг/м³	0–350 мм	До 40 бар	−70…+350 °C

Камера и поплавок из AISI316, DN50/DN25. Верхняя пробка, нижний глухой фланец.

Смотреть характеристики →

Плотность масла находится на нижней границе диапазона поплавка N1. Если при нагревании или изменении состава она снизится, потребуется другое исполнение.

При охлаждении до +20 °C вязкость в приведенном примере увеличивается более чем в шесть раз. Это может вызвать задержку показаний при холодном пуске. Возможные решения – поддержание температуры и увеличение проходных сечений соединений. Возможность работы выбранной модели при указанной вязкости требует дополнительной проверки.

Пример реального применения представлен в проекте «Контроль уровня фритюрного масла магнитным индикатором уровня серии B40».

Жидкость с повышенной плотностью

Для продукта плотностью 1150 кг/м³ при +40 °C и рабочем давлении 8 бар можно рассмотреть магнитный указатель с поплавком N2, рассчитанным на диапазон плотности 1050–1300 кг/м³. В качестве примера приведена модель серии BE16 с межосевым расстоянием 1500 мм.

ILL-BM-BE16-1500-N2-031-IG-T3



Диапазон плотности жидкости	Диапазон измерения	Рабочее давление	Температура
1050–1300 кг/м³	0–1500 мм	До 16 бар	−40…+150 °C

Камера и поплавок AISI316, DN50/DN25. Внутренняя резьба BSP1″, отсечные, воздушный и дренажный клапаны.

Смотреть характеристики →

Для окончательного выбора необходимо проверить вязкость и химическую совместимость материалов с рабочей жидкостью.

Химически активная жидкость

Для кислот, щелочей и химических растворов применяют байпасные указатели из материалов, устойчивых к конкретной рабочей среде.

Один из вариантов – магнитные индикаторы серии PP06 с камерой из полипропилена PP-R. Они предназначены для ряда жидкостей с умеренной химической агрессивностью и выпускаются с поплавками для разных диапазонов плотности.



Полипропиленовая камера позволяет применять указатель для ряда химических растворов без металлического корпуса. При выборе учитывают концентрацию вещества, его температуру, плотность и совместимость с PP-R и EPDM.

Другой вариант для химического производства представлен в проекте «Контроль уровня органического кислородосодержащего вещества». В нем использован стеклянный байпасный указатель серии «Резерв» в исполнении «С», подобранном для работы с кислородосодержащими органическими веществами.

Таким образом, для химически активной жидкости можно рассматривать как магнитную конструкцию с полимерной камерой, так и стеклянный указатель с химически стойкими контактирующими элементами.

Какие характеристики необходимы для подбора

Для выбора байпасного указателя требуются данные о продукте, резервуаре и условиях эксплуатации.

Параметр	Необходимые сведения
Рабочая среда	Название, состав, агрессивность, наличие примесей
Плотность	Минимальная и максимальная при соответствующих температурах
Вязкость	Динамическая или кинематическая при рабочих температурах
Давление	Рабочее и расчетное
Температура	Нормальная, минимальная, максимальная
Диапазон контроля	Высота контроля уровня, межосевое расстояние
Присоединения	Тип, размеры и расположение патрубков
Режим работы	Скорость наполнения и опорожнения, возможные остановки
Дополнительное оснащение	Обогрев, дренаж, сигнализаторы

Если вязкость существенно зависит от температуры, желательно указать ее значения для нормального режима и холодного пуска.

Для магнитного указателя определяют диапазон плотности поплавка, для стеклянного проверяют условия визуального наблюдения. В обоих случаях учитывают совместимость материалов с рабочей жидкостью.

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru

Ошибки при выборе и эксплуатации

- **Подбор поплавка по плотности при +20 °C.** При нагревании плотность может снизиться ниже допустимого значения, что приведет к неправильному положению поплавка.
- **Игнорирование вязкости при холодном пуске.** Охлаждение масел и нефтепродуктов увеличивает сопротивление их движению по байпасу.
- **Неправильный выбор присоединений.** Узкие и длинные патрубки замедляют выравнивание уровня, особенно при высокой вязкости продукта.
- **Отсутствие возможности очистки.** Отложения могут ограничивать движение поплавка, закупоривать соединения или ухудшать видимость через стеклянную трубку.
- **Недостаточная теплоизоляция.** При охлаждении продукта внутри байпаса его свойства могут отличаться от характеристик жидкости в резервуаре. Это приводит к задержке индикации, а при различии плотностей – к изменению гидростатического соотношения уровней.

Часто задаваемые вопросы

Можно ли использовать один байпасный указатель для жидкостей с разной плотностью?
Да. В магнитной модели плотность каждой жидкости должна находиться в допустимом диапазоне поплавка. В стеклянной конструкции ограничений по плавучести нет, но необходимо учитывать химическую совместимость материалов и условия эксплуатации.

Требуется ли перенастройка магнитного указателя при изменении плотности?
Не всегда. Если плотность остается в допустимом диапазоне, поплавок сохраняет работоспособность, но изменяется глубина его погружения. При использовании сигнализаторов проверяют возможное смещение точек срабатывания.

Можно ли использовать байпасный указатель для жидкости с осадком или примесями?
Да, если конструкция прибора допускает работу с такой средой. Твердые частицы и отложения могут затруднять движение поплавка, засорять соединительные патрубки или загрязнять смотровую трубку. При подборе учитывают состав примесей, возможность очистки камеры и наличие дренажного клапана.

Подбор байпасного указателя уровня с инженерами «РусАвтоматизации»

Инженеры компании «РусАвтоматизация» помогут выбрать байпасный указатель с учетом плотности, вязкости, температуры, давления и конструкции резервуара.

Для подбора оборудования заполните опросный лист. Специалисты предложат конкретные модели, подберут подходящее конструктивное исполнение и необходимое дополнительное оснащение.

Ознакомиться с оборудованием можно в каталоге байпасных визуальных индикаторов уровня «РусАвтоматизация».

к/т: 8-800-775-09-57, +7 (351) 799-54-26
Россия, г. Челябинск, ул. Гагарина, д.5, оф.507
e-mail: info@rusautomation.ru
www.rusautomation.ru